DU QUADRANT *VETUSTIOR* À L'*HOROLOGIUM VIATORUM* D'HERMANN DE REICHENAU : ÉTUDE DU MANUSCRIT VATICANO, BAV OTT. LAT. 1631, F. 16-17V [1]

Construction et usage du quadrant *vetustior* décrit dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v

Le manuscrit Vaticano, BAV Ott. lat. 1631 est daté du XIIe siècle, et il est vraisemblablement d'origine anglaise, du moins les f. 1 à 24 [2]. Il contient aux f. 16-17v la première partie d'une lettre dont les correspondants sont désignés uniquement par leurs initiales : B, l'auteur, W, le destinataire. En préambule, B explique que c'est uniquement par amitié pour W qu'il a rédigé, malgré son incompétence, les notices explicatives de deux instruments : un quart de cercle, *quadra astrolabii*, et un instrument simplement dénommé *horologium*. Un court traité de construction et d'usage d'un quart de cercle suit immédiatement le prologue. Dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, il manque la fin de la lettre qui devait concerner le second instrument, l'*horologium*, et le schéma qui accompagnait à l'origine la notice du quart de cercle. Cependant, le fragment conservé est assez explicite pour qu'on puisse rapprocher l'instrument décrit du quadrant reproduit dans le manuscrit London, BL Royal 15

---

1. Un premier état de cette étude a été soumis au jury réuni pour l'obtention du diplôme d'HDR de C. Jacquemard, le 15 décembre 2000. Nous remercions donc vivement MM. les Professeurs E. Poulle, L. Callebat, P. Flobert, P. Fleury, J.-Y. Guillaumin et L. Holtz pour l'aide précieuse qu'ils nous ont alors apportée par leurs remarques et suggestions. La première partie de cette communication est le fruit du travail conjoint de C. Jacquemard (CERLAM, Université de Caen), O. Desbordes (CERLAM, Université de Caen) et A. Hairie (LERMAT, Université de Caen). C. Jacquemard a repéré le fragment Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v, et elle en a assuré l'édition et la traduction française en collaboration avec O. Desbordes ; C. Jacquemard et A. Hairie ont travaillé conjointement à l'analyse technique et à la reconstitution du quadrant *vetustior*. La seconde partie de la communication, qui pose la reconstitution de la lettre complète de Bérenger à Werinher et l'attribution du *De horologio viatorum* à Bérenger et non à Hermann de Reichenau, correspond aux recherches personnelles de C. Jacquemard et n'engage que sa seule responsabilité. Au cours de notre travail, nous avons utilisé les abréviations suivantes : *PL* : *Patrologiae Cursus completus. Series latina accurante J.-P. Migne*, Paris ; *MGH* : *Monumenta Germaniae Historica*.
2. Voir l'analyse du manuscrit présentée dans Toneatto 1994, III, 1071-1075.

B IX, f. 60v. La confrontation des deux témoignages permet de reconnaître dans l'instrument désigné par B sous l'appellation de *quadra astrolabii* un quadrant, qu'on qualifiera de *vetustior* par référence aux quadrants *vetustissimus* et *vetus* analysés par J.M. Millàs Vallicrosa[3]. Le témoignage de Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v, est donc précieux puisqu'il enrichit d'un élément supplémentaire la panoplie d'instruments d'origine arabe dont disposaient les clercs latins vers le milieu du XIe siècle.

Le quadrant décrit dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v

Après un prologue adressé à W [**1**][4], l'auteur, B, indique à son correspondant le protocole de construction d'un quart de cercle dont on peut identifier les différents éléments, selon la progression suivante :

– construction de l'écliptique [**2**]
– tracé des arcs des cercles de déclinaison du soleil [**3**]
– tracé du diagramme horaire [**4**]
– construction et mode d'emploi du système de visée [**5**]
– construction et usage du carré géométrique [**6**]
– table des hauteurs angulaires du soleil pour une latitude de 47° [**7**].

Le protocole de construction du quart de cercle

Le quart de cercle décrit dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, est caractérisé par le double rabattement des projections stéréographiques des cercles célestes. L'auteur propose une construction graphique tout à fait originale (*fig.* 1[5]).

– Il trace une droite horizontale ABC de longueur quelconque, avec le segment AB égal à BC. Il divise AB en cinq parties égales et place sur AB le point D tel que AD = 1 / 5 AB, puis le point E tel que DE = EB. E est le centre des projections stéréographiques des cercles de déclinaison du soleil. Enfin il construit le point F à la perpendiculaire de E tel que DF = BF = AB. F est le point équinoxial [**2**].

– Il trace le premier arc du zodiaque, FG, en prenant D pour centre ; G, sur la droite ABC, est le point solsticial d'été. Il trace le deuxième arc du zodiaque, FC, en prenant B pour centre ; C est donc le point solsticial d'hiver. Il mène l'arc de cercle

3. Nous tenons à remercier ici M. le Professeur E. Poulle, qui nous a suggéré la classification typologique et l'appellation de l'instrument par référence aux quadrants *vetustissimus* et *vetus* étudiés par Millàs Vallicrosa 1931 et 1932.

4. Le texte de la première partie de la lettre de B à W, établi à partir de Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v, est donné en annexe, accompagné d'une traduction. Les références indiquées entre crochets droits renvoient à la division du texte.

5. Les schémas illustrant cet article ont été réalisés par J. Potier et C. Leclerc, sur les indications de C. Jacquemard.

du tropique d'été de centre E et de rayon EG, puis celui de l'équateur de centre E et de rayon EF et celui du tropique d'hiver, de centre E et de rayon EC [**3**].

Cette construction remarquable implique pour l'obliquité de l'écliptique (ε) une valeur approchée excellente ε = 23°35 (*fig*. 2).

B procède ensuite à la graduation inégale du zodiaque et à la construction au compas des dix arcs restants des signes du zodiaque et des mois (*fig*. 3a, b et c).

– Le limbe du quart de cercle porte une graduation en quatre-vingt-dix degrés, avec une signalisation particulière tous les cinq degrés. B conseille de reporter cette graduation sur chacun des cercles concentriques qui seront construits, afin de faciliter la gravure et la lecture des lignes horaires [**3**].

– Dans le double rabattement du cercle zodiacal, le début du Capricorne est fixé à l'extrémité droite de la ligne horizontale supérieure de l'instrument.

– Pour placer sur les deux arcs brisés du zodiaque les limites des mois et des signes, B fait pivoter une règle autour du centre du quart de cercle, E ; tous les quinze degrés (lus sur le limbe), il note l'intersection de la règle et des deux arcs brisés du zodiaque [**3**]. Cette méthode suppose donc que les douze signes du zodiaque et les douze mois aient tous une ascension droite de trente degrés. B réitère la même faute que l'auteur du traité *Philosophi quorum sagaci studio*[6], Hermann de Reichenau, Rodolphe de Bruges ou Raymond de Marseille[7].

– La graduation des deux arcs brisés du zodiaque délimite six intervalles attribués aux signes du zodiaque (*fig*. 3b). Les signes du zodiaque sont répartis par paires de signes semblables sous le rapport de l'augmentation ou de la diminution du jour[8]. À partir de cette graduation zodiacale, B trace les cercles de déclinaison du soleil correspondant au début et à la fin de chaque signe zodiacal.

– Entre les intervalles des signes zodiacaux s'intercalent les six intervalles attribués aux mois, les mois prenant leur début au milieu des signes zodiacaux (*fig*. 3c). Les mois sont aussi répartis par paires selon le même critère. Juin et décembre, au milieu desquels prennent place les solstices, font exception[9] et occupent leur propre intervalle rabattu sur lui-même à partir des points solsticiaux fixés sur la ligne horizontale supérieure [**4**]. À partir de cette graduation zodiacale, B trace les cercles de déclinaison du soleil correspondant au début et à la fin de chaque mois.

---

6. Voir l'édition du traité (sigle h', Millàs V) par Millàs Vallicrosa 1931, 296-302.
7. Sur les graduations erronées du zodiaque dans les traités latins de construction de l'astrolabe, voir Poulle 1972, 29, 32, 35 ; Poulle 1964, 869.
8. Par exemple, la Vierge et le Bélier partagent le même intervalle puisque l'augmentation du jour au cours du Bélier est symétrique de sa diminution au cours de la Vierge… [**4**]
9. Selon les termes de l'auteur, ils ne sont semblables qu'à eux-mêmes : l'augmentation du jour au cours des quinze premiers jours de juin est symétrique de sa diminution au cours des quinze derniers ; de même les deux moitiés de décembre sont symétriques entre elles.

Le quart de cercle décrit par B comporte un diagramme des heures inégales, construit empiriquement [**4**]. B utilise un tableau des hauteurs angulaires du soleil à chaque heure de la journée, notées au début de chaque signe et chaque mois, et calculées pour une latitude donnée, ici 47° [**7**].

– Les chiffres relevés dans la table de B vérifient la formule

$\sin(h) = \cos(\phi).\ \cos(\tau).\ \cos(\delta) + \sin(\phi).\ \sin(\delta)$,

où h est la hauteur angulaire du soleil à l'horizon, ϕ est la latitude, τ est l'angle horaire par rapport à midi, et δ la déclinaison du soleil.

– Le tableau et le diagramme sont simplifiés du fait que les signes, les mois et les heures peuvent être répartis en paires d'éléments symétriques[10].

– B construit chaque ligne horaire à partir des données du tableau (*fig.* 4). En utilisant la graduation en degrés du limbe et des cercles, il reporte chacune des hauteurs angulaires indiquées dans le tableau sur le cercle de hauteur correspondant au début du signe ou du mois voulu[11]. Il trace la ligne horaire en reliant entre eux tous les points reportés ; pour ce dernier tracé, il semble utiliser le compas, mais à partir de tâtonnements expérimentaux [**4**].

Deux pinnules avec des trous de visée sont prévues le long de la ligne verticale du quadrant. Le système doit être complété par un fil à plomb accroché à un clou fixé au sommet du quart de cercle (B ne mentionne pas la présence d'un curseur mobile sur le fil à plomb) [**5**].

Enfin, dans l'espace resté libre entre le sommet du quart de cercle et le petit cercle du tropique d'été, B inscrit un carré des ombres qui permet un usage géométrique du quart de cercle semblable à celui de l'astrolabe (*fig.* 5). Le carré des ombres peut aussi être inscrit sur le dos de l'instrument [**6**].

Le protocole de construction défini par B présente au moins deux particularités remarquables, que nous signalons simplement, mais qui méritent d'être approfondies par une enquête ultérieure :

– la construction graphique de l'écliptique, qui n'a pas d'équivalent dans les traités latins des XIe et XIIe siècles, est excellente : est-elle le résultat chanceux d'une

---

10. À la même heure, la hauteur du soleil est la même début décembre et début janvier, début février et début novembre… De même début Verseau et début Sagittaire, début Poissons et début Scorpion… D'autre part, la hauteur du soleil à l'horizon est la même à la fin de la 1re heure et au début de la 12e, à la fin de la 2e et au début de la 11e…

11. Par exemple, pour dessiner la ligne commune à la première et à la douzième heures, il reporte sur le cercle du début du Capricorne, c'est-à-dire le grand cercle extérieur, la hauteur angulaire correspondante dans le tableau, puis sur le cercle suivant, c'est-à-dire celui du début de décembre et de janvier, la donnée appropriée et ainsi de suite… Puis B relie les points portés sur chacun des cercles zodiacaux et mensuels qui correspondent aux différentes hauteurs angulaires du soleil au début de la première et à la fin de la douzième heure au cours de l'année. Il procède de la même façon pour les cinq lignes horaires suivantes.

démarche empirique de B ou le souvenir d'une procédure géométrique de source arabe ?

– La table des hauteurs angulaires du soleil enregistre des données d'une grande exactitude, très difficile, sinon impossible à atteindre par lecture des instruments dont disposaient alors les clercs latins (quadrant des sinus *vetustissimus* ou astrolabe) ; les valeurs transmises ont été très vraisemblablement obtenues par calcul, mais le texte latin ne livre aucun renseignement sur ce point[12].

Le mode d'emploi du quart de cercle

Lorsqu'un observateur veut utiliser le quart de cercle pour déterminer l'heure, il adopte la procédure indiquée par l'auteur [**5**]. Il oriente le quadrant pour que la lumière du soleil passe par les deux pinnules de visée, et il mesure ainsi la hauteur angulaire du soleil sur l'horizon. La position du fil lesté sur le diagramme horaire lui donne le moment de la journée de la façon suivante :

– l'observateur considère l'arc de cercle des signes ou des mois qui correspond à la date de l'observation

– il repère sur quel lieu de l'arc approprié le fil à plomb se superpose, et compare ce lieu avec les marques des lignes horaires

– il obtient ainsi l'heure inégale correspondant au moment de l'observation (voir *fig*. 5). Un curseur coulissant sur le fil à plomb, qui serait réglé préalablement sur le rayon de l'arc des signes ou de mois, faciliterait la lecture du diagramme des heures, mais le texte n'en fait pas mention.

Les instruments apparentés au quart de cercle décrit dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631

En l'état actuel de notre enquête, il n'a pas été répertorié d'instrument ancien qui corresponde au quart de cercle décrit dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631. Mais on peut relever des instruments ou des dispositifs qui lui sont apparentés. De plus, le schéma isolé de quadrant reproduit dans le manuscrit London, BL Royal 15 B IX, f. 60v, et analysé jusqu'alors, faute d'indices complémentaires, comme une représentation embryonnaire de quadrant *novus*[13] correspond exactement à la notice de construction développée dans la lettre de B à W.

12. Les notices des instruments astronomiques établies par Al-Marrakaschi (XIIIe siècle) sont accompagnées de différentes tables comparables à celle ici rapportée. Par exemple, la table des hauteurs des heures et de l'*ashre* au commencement des signes pour trente degrés de latitude septentrionale (permettant la construction d'un cône horaire) enregistre des éléments similaires à ceux indiqués par B : voir Abou Hasan Ali (Al-Marrakaschi) (Sédillot 1834, 454). Il faudrait donc prolonger des investigations dans ce sens.

13. Turner 1985, 204.

Les instruments ou dispositifs apparentés

Le monde arabe connaissait un type de quadrant qui comportait un réseau d'heures saisonnières établi pour une latitude donnée et, au-dessus de la graduation du limbe, une échelle zodiacale, c'est-à-dire les arcs de cercle concentriques de déclinaison du soleil. Deux quadrants de ce type ont été conservés, difficiles à dater (entre le Xe et le XIe siècle), dont l'un se trouve au Metropolitan Museum de New York et a été analysé par F. Maddison[14]. Le quart de cercle décrit dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, semble bien n'être qu'une variante plus sophistiquée de ces quadrants horaires à échelle zodiacale, qui sont très rudimentaires. Il partage avec ces instruments le même principe de base, c'est-à-dire la lecture de l'heure sur un réseau d'heures saisonnières établi pour une latitude donnée et gravé à l'aide d'une échelle zodiacale. Mais, alors que, dans le quadrant horaire du Metropolitan Museum de New York présenté par F. Maddison, les cercles des signes sont simplement équidistants, la construction indiquée dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, repose sur une distribution des cercles de déclinaison du soleil selon la projection stéréographique. L'ajout d'un carré des ombres à usage géométrique, soit sur la face, soit au dos, semble être aussi une spécificité de l'instrument.

Un des dispositifs couramment gravés au dos de l'astrolabe offre des points communs avec la construction du quart de cercle exposé dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631. Dès le début du XIe siècle, selon le témoignage d'Al-Biruni[15], un des quadrants du dos de l'astrolabe pouvait comporter un tracé des arcs concentriques des signes avec un graphique des hauteurs du soleil à midi pour différentes latitudes. Ce type de quadrant est bien attesté dans les instruments conservés[16]. Il implique, comme le quadrant de Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, le principe d'un réseau horaire inscrit sur une échelle zodiacale, mais avec des différences sensibles de construction : le plus souvent les arcs des signes ne sont pas tracés selon les règles de la projection stéréographique ; le graphique des hauteurs du soleil sur le dos de l'astrolabe est tracé pour plusieurs latitudes, et il ne contient que les valeurs des hauteurs méridiennes.

Le quart de cercle de Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, possède en commun avec le quadrant nouveau quelques éléments : le carré des ombres, le double rabattement de la projection stéréographique de l'écliptique et donc le tracé caractéristique des deux arcs brisés du zodiaque. Cependant, la finalité et la complexité des deux instruments ne sont évidemment pas de même nature. La théorie du quadrant nouveau dérive de l'astrolabe et repose donc sur la représentation des mouvements célestes

---

14. Maddison 1997, 167 *sq.* et planche 8.
15. Al-Biruni, *The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology*, ch. 325 (Wright 1934, 195) ; voir aussi Turner 1985, 22.
16. Voir, par exemple, Turner 1985, 22, 84 ; Mouliérac 1990, 98, 101, 104, 106.

quotidiens ; mais le principe du double rabattement de la face de l'astrolabe interdit l'utilisation d'une araignée, si concrète et facile à manipuler, et implique une modélisation du mouvement quotidien beaucoup plus abstraite que dans l'astrolabe. L'utilisateur du quadrant nouveau devait donc bien maîtriser les propriétés de la projection stéréographique et bien connaître l'astronomie du mouvement quotidien [17]. Il n'en est rien avec le quadrant de Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, qui reste un simple quadrant horaire, même si la construction du diagramme des heures repose sur le principe du double rabattement de la projection stéréographique de l'écliptique.

Le quadrant reproduit dans London, BL Royal 15 B IX, f. 60ᵛ

Il existe une parenté indéniable entre l'instrument décrit par B à W et la figure de quart de cercle reproduite dans London, BL Royal 15 B IX, f. 60ᵛ (*fig.* 6). Ce dessin n'est accompagné d'aucune notice explicative, mais nous pouvons y reconnaître exactement les principaux éléments du protocole de construction rédigé par B :

– le quart de cercle avec sa graduation en quatre-vingt-dix degrés sur le pourtour et sa signalisation supplémentaire tous les cinq degrés

– la ligne supérieure horizontale (*coraustus*), qui porte les points A, D, E, B, G, C construits comme le veut le protocole défini par B

– la perpendiculaire (*cathetus*) qui porte, à la verticale de E, le point F, mais situé approximativement

– les deux arcs brisés du double rabattement du cercle zodiacal

– les arcs des tropiques et l'arc médian de l'équateur, mais avec une erreur de construction puisque l'arc de l'équateur ne part pas de F

– les arcs de cercle concentriques des signes et des mois

– le fil à plomb fixé au point E

– les pinnules de visée portées sur la verticale

– et, peut-être (mais alors très approximatif), le carré géométrique dans l'espace vacant à l'intérieur du cercle du tropique d'été.

On peut donc légitimement penser que le copiste de London, BL Royal 15 B IX, a bien reproduit au f. 60ᵛ la figure explicative qui manque dans la lettre de B à W ; en revanche, de toute évidence, il s'est contenté de reproduire le dessin qu'il avait sous les yeux, sans chercher à le reconstruire lui-même suivant les instructions édictées par B.

Cette identification est confirmée par la composition même du f. 60ᵛ. London, BL Royal 15 B IX, contient, f. 58ᵛ-60ᵛ, une partie importante de la compilation publiée

17. Sur la théorie du quadrant nouveau, on se reportera à l'analyse de Poulle 1983, 25-28.

dans la patrologie de Migne (*PL* 143, c. 405-412), d'après l'édition de Pez[18], comme livre II du *De utilitatibus astrolabii* :

– f. 58v Demonstratio componendi cum conuertibili sciothero horologici uiatorum instrumenti (*PL* 143 c. 405-412, *De utilitatibus astrolabii* II, 1)

– f. 59v Quamuis Ambrosii Theodosii auctoritate (*PL* 143, c. 408, *De utilitatibus astrolabii* II, 2)

– f. 59v Eratosthenes philosophus geometra sagacissimus (*PL* 143, c. 408-409, *De utilitatibus astrolabii* II, 3)

– f. 60 Ambitus terreni orbis (*PL* 143, c. 409, *De utilitatibus astrolabii* II, 4)

– f. 60 Circuli quadram in XC (*PL* 143, c. 409-410, *De utilitatibus astrolabii* II, 5)

– f. 60v Ad mensurandam quamlibet in plano stantem altitudinem per suam ipsius umbram (*PL* 143, c. 410-411, *De utilitatibus astrolabii* II, 6).

Le chapitre intitulé *Ad mensurandam quamlibet in plano stantem altitudinem per suam ipsius umbram*, que nous désignerons par son incipit : *Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris*, est transcrit au f. 60v, et il précède immédiatement la figure de quart de cercle qui occupe le bas du folio. Or, ce fragment, qui traite de l'usage géométrique de l'astrolabe, est rédigé presque exactement dans les mêmes termes que la fin de la lettre de B à W consacrée à l'usage géométrique du quart de cercle. Il n'est donc pas aberrant de rencontrer à cet endroit du manuscrit le schéma du quart de cercle. La source de London, BL Royal 15 B IX, a pu comporter à la fois et le chapitre écrit pour l'astrolabe, *Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris*, largement attesté dans la tradition manuscrite, et la lettre de B à W encore accompagnée de sa figure. L'illustrateur, trompé par la conclusion identique des deux textes, aurait alors inséré par erreur le schéma correspondant à la lettre de B à W à la fin du chapitre *Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris*. Des discordances entre texte et illustration se constatent à d'autres reprises dans London, BL Royal 15 B IX.

Un quadrant vetustior

Le témoignage de London, BL Royal 15 B IX, aide à ancrer le fragment isolé rapporté par Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, dans un contexte historique précis. En effet, on peut établir que les lignes consacrées à l'utilisation du carré géométrique dans la lettre de B à W sont la source du chapitre *Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris*[19]. La lettre de B à W est donc antérieure à la constitution des deux collections médiévales qui contiennent le chapitre *Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris* et qui sont bien attestées dans la tradition manuscrite dès le XIe siècle : la compilation géométrique éditée par Bubnov comme « livre III » de la *Geometria Incerti*

18. Hermann de Reichenau, *De utilitatibus astrolabii* (Pez 1721, c. 107-140, et *PL* 143, c. 389-412).

19. Voir la deuxième partie de cet article « Trois témoins fragmentaires d'une source unique… ».

Auctoris[20] (*Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris = GIA* III, 6) et la compilation astronomique éditée par Migne, à la suite de Pez, comme « livre II » du *De utilitatibus astrolabii* (*Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris = De utilitatibus* II, 6)[21]. Puisque cette deuxième collection est communément rapportée à la mouvance d'Hermann de Reichenau, le quart de cercle décrit dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, a donc été connu en Occident latin au milieu du XIe siècle, à la même époque que le cadran solaire cylindrique et dans le même milieu, le cercle d'Hermann de Reichenau. En tenant compte, non de sa date d'invention dans le monde arabe, mais de sa date d'introduction dans le monde latin, on peut le situer comme quadrant *vetustior* : il apparaît peu après le quadrant *vetustissimus*, c'est-à-dire le quadrant de sinus à curseur, dont les premières descriptions sont insérées dans le corpus des plus anciens traités latins sur l'astrolabe, et avant le quadrant *vetus* attesté aux XIIe et XIIIe siècles[22].

Trois témoins fragmentaires d'une source unique : la lettre de B à W sur le quadrant *vetustior* (BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v), le *De horologio viatorum* et *GIA* III, 6

Le fragment conservé de la lettre de B à W offre des parentés indéniables avec, d'une part, le chapitre *Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris* (*GIA* III, 6 et *De utilitatibus astrolabii* II, 6) et, d'autre part, le traité *De horologio viatorum*, attribué traditionnellement à Hermann de Reichenau. Ces derniers rapprochements imposent de réexaminer la collection publiée comme *De utilitatibus astrolabii* II et de discuter la paternité du *De horologio viatorum* en se demandant s'il ne constitue pas la seconde partie de la lettre adressée par B à W.

---

20. La suite de problèmes géométriques connue aujourd'hui sous le nom de *Geometria Incerti Auctoris* – que nous désignerons désormais sous le sigle *GIA* – a d'abord été éditée comme partie de la *Geometria Gerberti* par B. Pez (Gerbert [Pez 1721] ; le texte de Pez et son découpage en chapitres ont été repris dans la patrologie de Migne (Gerbert [*PL* 139, c. 91-152]), puis par A. Olleris (Olleris 1867, 401-470). La collection considérée comme *Geometria Gerberti* par Pez, Migne et Olleris a été divisée en deux ouvrages distincts par Bubnov : la *Gerberti Isagoge Geometriae*, considérée par lui comme une œuvre authentique de Gerbert, et la *Geometria Incerti Auctoris*, antérieure et source de Gerbert : Bubnov 1899, 46-97 et 310-365. Ni l'un ni l'autre de ces choix d'éditeur n'emportent l'adhésion, et l'analyse de P. Tannery, qui voit dans la compilation éditée par Pez, Migne et Olleris la réunion de trois collections primitivement distinctes, mérite d'être reconsidérée avec attention : Tannery 1901.
21. Les écrits publiés sous le titre *De utilitatibus astrolabii* sont rangés parmi les écrits astronomiques d'Hermann de Reichenau depuis leur édition par Pez en 1721, reproduite dans la patrologie latine de Migne.
22. Sur les quadrants *vetustissimus* et *vetus*, voir les éditions suivantes : Hermann de Reichenau [*PL* 143, c. 409-410] ; Millàs Vallicrosa 1931, 304-308 ; Tannery 1897 ; Britt 1972. Voir les études de Millàs Vallicrosa 1932 ; Poulle 1983, 9-13 ; Poulle 1972, 36-39 ; King 2002.

La lettre de B à W source de GIA *III, 6 et* De utilitatibus astrolabii*, II, 6*

Les chapitres identiques *GIA* III, 6 et *De utilitatibus astrolabii* II, 6 sont rédigés dans les mêmes termes que la fin de la lettre de B à W. Comme le prouve la confrontation des textes ci-dessous, les seules différences constatées résident dans l'adaptation des mêmes usages au quadrant *vetustior* (lettre de B à W) ou à l'astrolabe (*GIA* III, 6 / *De utilitatibus astrolabii* II, 6).

Lettre de B à W, d'après Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 17	*GIA* III, 6, d'après Bubnov 1899, 321 *sq.*, *De utilitatibus astrolabii* II, 6 d'après *PL* 143, c. 410-411
Estat adhuc quadratus orthogonius aequilaterus, aut in ultra tropicum estivum spatio vacante, aut similiter vestri astrolabii, sic etiam in dorso quadrae mensurandus. Cujus non ingrata utilitas, itidem ut alhidada in astrolabio, ita in quadra perpendiculo, erit exequenda hoc modo.	
Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris seu cujusquam talium in plano dumtaxat loco altitudinem per umbram ipsius invenire,	Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris vel cujusquam talium, in plano dumtaxat loco stantis, altitudinem per umbram ipsius invenire,
verso contra solem quadrae praedicto katheto	suspenso astrolabio
solisque radio per utraque pinnularum foramina directim inmisso,	solisque radio per utraque foramina halhidadae directim immisso,
vide in qua parte lateris quadrati, quod in XII divisum est, directa ipsius perpendicularis linioli stet regula	vide in qua parte lateris quadrati, quod in XII divisum est, directa ipsius halhidadae stet linea
et, quamcumque proportionem numerus partium ad XII,	et quamcumque proportionem numerus partium supra halhidada aparentium ad XII,
id est ad totum latus quadrati, habuerit,	id est ad totum latus quadrati, habuerit,
eandem procul dubio proportionem altitudo quam invenire voluisti ad umbram in planitie a se factam habebit.	eandem procul dubio proportionem altitudo quam invenire voluisti ad umbram in planitie a se factam habebit.

Verbi gratia : si duae sup*ra* apparent, ad quas XII sesciplam habent proportionem, sescupla quoque erit umbra ad altitudinem ; si III, quadrupla ; si IIII, tripla ; si V, duplex superbipartiens quintas ; si VI, dupla ; si VII, *superbipartiens* septimas ; si VIII, sesqualtera ; si VIIII, sesquitercia ; si X, ses*qui*quinta ; si XI, sesquiundecima ; si XII, aequa erit altitudo et umbra.	Verbi gratia : si duae partes supra apparent, ad quas XII sescuplam habent proportionem, sescupla quoque umbra ad altitudinem ; si tres apparent, quadrupla ; si IV, tripla ; si V, duplex superbipartiens quintas ; si VI, dupla ; si VII, superquinquepartiens septimas ; si VIII, sesqualtera ; si VIIII, sesquitercia ; si X, sesquiquinta ; si XI, sesquiundecima ; si omnes, aequa erit altitudo et umbra.
Et omnino cujuscumque proportionis triangul*i* perpendiculi liniolus in quadrato, quasi hipotenusa	Et omnino cujuscumque proportionis triangulum halhidada in quadrato ipso
effecerit, ejusdem proportionis triangulum umbra cujuslibet er*e*cti corporis in planicie stantis formabit.	effecerit, ejusdem proportionis triangulum umbra cujuslibet erecti corporis in planitie stantis formabit.
	In quo videlicet triangulo ipsa inumbrata planities basis est, erecta altitudo cathetus,
radius solis umbram tranversim limitans hipotenus*ae* vicem dinoscitur habere.	radius solis umbram tranversim limitans hipotenusae vicem dinoscitur habere.

L'emprunt est ici évident, mais dans quel sens a-t-il joué ? Quel est le contexte initial du chapitre ? la collection *De utilitatibus astrolabii* II ? la collection *GIA* III ? la lettre de B à W ? Il faut relativiser, dans un cas pareil, l'existence de lacunes ou de fautes dans l'une des deux versions. En effet, le début de la lettre de B à W n'est aujourd'hui connu que par un seul témoin et peut donc présenter de mauvaises leçons ou des oublis qui ne sont pas imputables à l'original.

Le statut du chapitre Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris *dans le livre II du* De utilitatibus astrolabii

La collection connue depuis les éditions de Pez et Migne comme « livre II du *De utilitatibus astrolabii* », et parfois désignée sous le titre de son premier chapitre, consacré à la construction d'un cadran solaire cylindrique, *De horologio viatorum*, est une compilation hétérogène dont l'attribution est problématique.

La patrologie de Migne, après l'édition de Pez, attribue à Hermann de Reichenau une trilogie bien représentée dans la tradition manuscrite :

– le traité de construction *De mensura astrolabii* (sigle *h*, Bubnov 1899)

– le traité d'usages *Quicumque astronomice discere* (sigle *J*, Bubnov 1899) publié comme livre I du *De utilitatibus astrolabii*

– et une collection de chapitres éditée comme livre II du *De utilitatibus astrolabii.*

Seul le traité *De mensura astrolabii* (*h*) peut être attribué avec certitude à Hermann, qui se désigne nommément dans la préface : *Herimannus, Christi pauperum peripsima et philosophiae tironum asello, imo limace, tardior assecla, B suo jugem in Domino salutem* (*PL* 143, c. 381).

Il est aujourd'hui communément admis que les livres I et II du *De utilitatibus astrolabii*, publiés par Pez et, après lui, par Migne, ont été réunis artificiellement et qu'ils ne présentent aucune unité réelle de ton et de projet. Depuis l'édition des *Gerberti opera mathematica* de Bubnov, qui classa le traité *Quicumque astronomice discere* (*J*) parmi les *opera dubia* de Gerbert, la datation et l'attribution de *J* ont fait, et font encore aujourd'hui, l'objet de vives discussions. Quoi qu'il en soit, le traité *J* a une cohérence interne indéniable. Il n'en est pas de même pour la collection éditée comme livre II du *De utilitabus astrolabii*, qui comporte une série de huit chapitres de sujet et de facture hétéroclites[23] :

1. *Demonstratio componendi cum convertibili sciothero horologici viatorum instrumenti* (Componitur quodam simplex… *PL* 143, c. 405-412)
2. *De magnitudine ambitus universi orbis* (Quamvis Ambrosii Theodosii auctoritate… *PL* 143, c. 408)
3. *Eratosthenis de eadem re sententia* (Eratosthenes philosophus geometraque… *PL* 143, c. 408-409)
4. *Item aliis verbis* (Ambitus terreni orbis… *PL* 143, c. 409)
5. *De distributione quadrantis ita ut certas diei horas possis invenire* (Circuli quadram in XC… *PL* 143, c. 409-410)
6. *Ad mensurandam quamlibet in plano stantem altitudinem per suam ipsius umbram* (Si vis alicujus arboris uel columnae… *PL* 143, c. 410-411, similaire à *GIA* III, 6)
7. *Alius modus altitudinem rerum metiendi* (Est et alia ratio altitudinem… *PL* 143, c. 411, similaire à *GIA* IV, 48)
8. *Quomodo circuli asmut depigendi sint* (Post almucantarath qui describantur… *PL* 143, c. 411-412).

La nature hétérogène de la collection est évidente et rend son attribution au seul Hermann de Reichenau problématique, comme le montre une brève revue de la bibliographie.

Dans la patrologie de Migne elle-même, les chapitres *De utilitatibus astrolabii* II, 6 et 7 ne sont pas considérés comme des textes authentiques d'Hermann de Reichenau, mais ils sont repérés comme des emprunts à la *Géométrie* de Gerbert [à la partie publiée depuis comme *GIA* par Bubnov][24].

23. La collection a reçu le sigle *k* dans Bubnov 1899 et le sigle *hv* dans Bergmann 1985.
24. *De utilitatibus astrolabii* II, 6 = *Geometria Gerberti* 21 = *GIA* III, 6 ; *De utilitatibus astrolabii* II, 7 = *Geometria Gerberti* 82 = *GIA* IV, 48.

Dès 1905, V. Rose[25] a jugé que la collection publiée comme *De utilitatibus astrolabii* II était constituée de fragments variés et hétérogènes.

En 1931, A. Van de Vyver[26] appuie son analyse sur le témoignage du manuscrit Paris, BNF, n. acq. lat. 229. Ce manuscrit, fiable par ailleurs, inscrit le chapitre consacré au cadran solaire cylindrique, *De utilitatibus astrolabii* II, 1, sous le nom d'Hermann, mais laisse anonyme le chapitre géométrique *De utilitatibus astrolabii* II, 6, et ne contient pas les autres textes de la compilation. A. Van de Vyver estime donc que seul le premier chapitre sur le cadran solaire cylindrique revient à Herman et que les chapitres suivants, *De utilitatibus astrolabii* II, 2-7, lui ont été rapportés secondairement.

En 1961, H. Oesch, dans son étude de la tradition manuscrite des œuvres d'Hermann de Reichenau[27], considère, d'une part, que le texte publié par Pez et Migne comme « *De utilitatibus astrolabii*, livre II » n'a aucun lien avec le « *De utilitatibus astrolabii*, livre I » et, d'autre part, que le « livre II » n'est lui-même qu'un assemblage de fragments d'origines diverses. Il retient comme très vraisemblable l'attribution du premier chapitre sur le cadran solaire cylindrique à Hermann, mais reste réservé sur l'origine des chapitres *De utilitatibus astrolabii* II, 2, 3, 4 sur la circonférence de la terre. Selon son analyse, ces chapitres rejoignent les centres de préoccupation d'Hermann sans, pour autant, compter nécessairement parmi ses œuvres authentiques[28]. H. Oesch estime plus vraisemblable qu'Hermann ait ici réuni, pour les travailler, des chapitres de provenances diverses, venant, en particulier, de la *Géométrie* du pseudo-Gerbert (c'est-à-dire la *GIA* publiée par Bubnov)[29].

W. Bergmann, en 1985[30], conserve à Hermann de Reichenau un rôle non négligeable dans la rédaction du traité *Quicumque astronomice discere* (*J*) (= *De utilitatibus astrolabii* I), puisqu'il lui attribue la recension et l'organisation finales du traité en vingt et un chapitres. Il ne conteste pas non plus l'authenticité des chapitres réunis sous le titre *De horologio viatorum*, qu'il fait remonter à Hermann de Reichenau, sans toutefois aborder le problème de leur hétérogénéité.

---

25. Rose 1905, 1180b.
26. Van de Vyver 1931, 272 *sq.* et n. 22-25.
27. Oesch 1961, 171.
28. Une lettre de Meinzo de Constance à Hermann de Reichenau sur l'utilisation des fractions décimales a été conservée dans le manuscrit Paris, BNF, lat. 7377 C, f. 46v-47. Elle est invoquée depuis Cantor pour justifier l'attribution à Hermann de Reichenau des chapitres *De utilitatibus astrolabii* II, 2, 3, 4 sur la mesure de la circonférence de la terre, principalement pour deux raisons : dans Paris, BNF, lat. 7377 C, elle est précédée par *De utilitatibus astrolabii* II, 3 ; et surtout Meinzo de Constance demande à Hermann de lui expliquer l'utilisation des fractions décimales qui sont justement employées dans *De utilitatibus astrolabii* II, 3-4. Sur l'historique de cette question, voir Oesch 1961, 171 *sq.*
29. En effet, *De utilitatibus astrolabii* II, 3 offre des affinités certaines avec *GIA* IV, 60, et les chapitres 6 et 7 du *De utilitatibus astrolabii* II sont des emprunts à *GIA* III, 6 et *GIA* IV, 48.
30. Bergmann 1985, 168-173.

A. Borst, en 1984[31], accorde une grande importance, comme A. Van de Vyver, au témoignage de Paris, BNF, n. acq. lat. 229, qui contient seulement le chapitre *De utilitatibus astrolabii* II, 1, sous la mention « *Item Herimannus de quodam horologio* », f. 25v-28, et immédiatement après, le chapitre *De utilitatibus astrolabii* II, 6, introduit par un titre spécifique, mais anonyme, « *Ad inveniendam cum quadrato astrolabii altitudinem per umbram ipsius altitudinis in plano stantis* », f. 28-28v. A. Borst analyse, à son tour, le texte *De utilitatibus astrolabii* II, 6 comme un emprunt à la *GIA* (*GIA* III, 6), mais souligne l'originalité de la recension donnée par Paris, BNF, n. acq. lat. 229. En effet, le copiste a enrichi l'emprunt en lui adjoignant le chapitre *GIA* III, 7, et en le complétant d'un tableau inédit qui met en relation, dans une série complète, l'ombre d'un objet et sa hauteur angulaire, mesurée avec l'astrolabe (f. 28v-29v). Pour A. Borst, on peut reconnaître la patience et la rigueur d'Hermann dans cette addition, d'autant plus qu'elle réitère la précision déjà donnée dans le chapitre dédié au cadran solaire cylindrique sur la latitude de référence (48°) : *jam vero sole in nostro clymate, scilicet septimo, ultra sexagesimum sextum gradum non ascendente*. Le copiste de Paris, BNF, n. acq. lat. 229, aurait donc ici transcrit des notes de travail d'Hermann qui n'étaient pas destinées à la publication. A. Borst confirme son jugement en 1989[32] : la compilation éditée par Pez et Migne comme *De utilitatibus astrolabii* II répondrait à l'intérêt d'Hermann, à la fin de sa vie, pour les questions de géométrie transmises par la *GIA*. Il s'agirait d'un dossier resté inachevé à la mort d'Hermann, mais recopié et publié par les moines de Reichenau.

Les analyses qui viennent d'être rappelées sont donc unanimes à considérer le chapitre *De utilitatibus astrolabii* II, 6 comme une interpolation, un emprunt à la *GIA*. Il est impossible de les contester, car, à l'intérieur du *De utilitatibus astrolabii* II, le fragment n'a aucun rapport direct avec son contexte immédiat. Si l'on excepte l'étude de W. Bergmann, elles montrent la même unanimité à considérer le *De utilitatibus astrolabii* II comme une compilation de fragments hétérogènes, même s'ils rejoignent, de toute évidence, les préoccupations d'Hermann de Reichenau. Comme A. Borst le propose, il faut donc reconnaître dans le *De utilitatibus astrolabii* II une collection de notes de travail qui a circulé dans un cercle de familiers d'Hermann de Reichenau.

En revanche, le témoignage de Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, empêche désormais de tenir *GIA* III, 6 pour la source obligée de *De utilitatibus astrolabii* II, 6, et le chapitre *GIA* III, 6 semble bien n'être lui-même qu'une interpolation à l'intérieur de la *GIA*.

31. Borst 1984, 452 *sq.* et n. 168-169.
32. Borst 1989, 81 *sq.*

Le statut du chapitre Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris *dans le livre III de la* GIA

Le livre III de la *GIA* est une compilation hétérogène de problèmes de géométrie pratique dans laquelle on peut déceler plusieurs strates rédactionnelles[33], avec au moins :

– un noyau ancien (chapitres *GIA* III, 20 à 25)

– une collection de chapitres de même facture propres à la classe E des manuscrits (chapitres *GIA* III, 18, 2, 8, 1, 16, 17, Add. 3, 10, 14, 11, 19, 5, 15, 3, 26)

– la compilation récente attestée dans la classe D des manuscrits et caractérisée par la réorganisation des ensembles précédents et l'addition de trois nouveaux chapitres (*GIA* III, 6, 7 et 9).

Le chapitre *GIA* III, 6 ne possède aucune des particularités rédactionnelles (syntaxiques ou stylistiques) ni de la strate la plus ancienne de la compilation, ni de la strate correspondant à la classe E des manuscrits. Il n'offre pas non plus de parentés rédactionnelles avec *GIA* III, 9 ni *GIA*, III, 7, les deux autres additions propres à la classe D. De plus, alors que les chapitres consacrés à l'astrolabe (chapitres *GIA* III, 1-5) ont tous la particularité d'employer exclusivement le terme *mediclinium* pour désigner la règle de visée de l'astrolabe, seul *GIA* III, 6 utilise le terme *alhidada* pour renvoyer à la même réalité. Le chapitre *GIA* III, 6 doit donc être considéré comme une addition, une interpolation à l'intérieur de la collection *GIA* III[34].

La lettre de B à W, source de De utilitatibus astrolabii *II, 6* / GIA *III, 6*

Le livre III de la *GIA* et le livre II du *De utilitatibus astrolabii* sont des compilations réunissant des chapitres hétérogènes.

En revanche, le fragment qui a été conservé de la lettre de B à W dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, forme un ensemble tout à fait cohérent, qui possède une grande unité rédactionnelle et structurelle. On ne repère aucune rupture logique, syntaxique, lexicale ou stylistique entre la description des usages géométriques du quadrant et le début de la lettre de B à W. Rien ne permet de suspecter ici une interpolation.

Le chapitre *De utilitatibus astrolabii* II, 6 / *GIA* III, 6 n'est que la transposition à l'astrolabe de la notice primitivement conçue pour le quadrant *vetustior* et conservée dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17^{v} ; la lettre de B à W elle-même, qui souligne la similitude d'emploi des carrés des ombres du quadrant *vetustior* et de

---

33. Voir Jacquemard 2000.
34. Cette particularité a été signalée oralement par M. le Professeur E. Poulle lors de sa communication « *Astrolabium*, *astrolapsus*, *horologium*, enquête sur un vocabulaire », au colloque *Science antique, science médiévale* (Mont-Saint-Michel, 4-7 septembre 1998), mais n'a pas été reprise dans la version publiée : Poulle 2000.

l'astrolabe, invitait à cette transposition, que confirme la méprise de l'illustrateur du manuscrit London, BL Royal 15 B IX, f. 60v.

Ainsi, Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v, nous fournit la source des chapitres *GIA* III, 6 / *De utilitatibus astrolabii* II, 6 qui ont été tirés de la lettre de B à W. Il nous donne, par conséquent, un précieux élément de datation relative puisque la collection reproduite dans la classe D de la *GIA* et la compilation *De utilitatibus astrolabii* II sont nécessairement postérieures à la rédaction de la lettre de B à W.

Mais, une fois établi ce premier point, il nous faut prendre en compte des faits plus complexes. La lettre de B à W dans Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, est mutilée : il manque le passage qui concernait le deuxième instrument de mesure, *et illius quod jusseras mensuris horologii*, annoncé dans le prologue. Or, la collection *De utilitatibus astrolabii* II s'ouvre sur un chapitre consacré à un cadran solaire cylindrique, dénommé *horologium viatorum*. Ce premier chapitre (désigné maintenant sous le titre *De horologio viatorum* et le sigle *hv*) présente des affinités certaines avec la lettre de B à W : il pourrait donc en avoir constitué primitivement la deuxième partie.

La lettre de B à W et le De horologio viatorum

Le *De horologio viatorum* (*hv*) présente une bizarrerie : l'apostrophe *charissime frater Werinheri* n'est annoncée ni justifiée par aucune dédicace ; on peut donc soupçonner qu'il manque le début du texte qui expliciterait la mention *charissime frater Werinheri.* L'initiale W du destinataire de la lettre rédigée par B, *Ergodiocti suo dulcissimo W*, est cohérente avec l'apostrophe de *hv* : *charissime frater Werinheri*. D'autre part, on peut relever des similitudes remarquables entre les deux textes, qui tiennent à la fois dans les explications données sur le fonctionnement des instruments et dans les pratiques rédactionnelles des deux auteurs.

Le cadran solaire cylindrique décrit dans le De horologio viatorum

Le cadran solaire cylindrique décrit dans le *De horologio viatorum* est un instrument d'origine arabe, bien connu et bien attesté dans le monde occidental, souvent désigné sous le nom d'horloge ou de montre des bergers, par référence à son utilisation par les bergers des Pyrénées jusqu'au début du XXe siècle. Dans le monde arabe, Al-Marrakaschi (XIIIe siècle), dans son traité consacré aux instruments astronomiques utilisés en terre d'Islam, a laissé une description précise du cadran solaire cylindrique et expliqué le principe de sa construction pour une latitude donnée[35]. En l'état actuel des connaissances, le *De horologio viatorum* est la plus ancienne mention et notice de construction de l'instrument dans le monde latin[36].

35. Sédillot 1834, 433-437.
36. Sur le cadran solaire cylindrique, voir en particulier la mise au point de Kren 1977 ; sur le cadran solaire cylindrique conservé à l'IMA (legs M. Destombes), voir Naffah 1989.

Le cadran solaire cylindrique est constitué d'un petit cylindre sur lequel est fixée perpendiculairement une petite tige mobile, qui fait office de gnomon, et lorsque le cadran est exposé aux rayons du soleil, il projette une ombre sur le cylindre, de longueur différente selon l'heure et selon la date de l'observation (*fig*. 7). Le cylindre porte plusieurs lignes de graduations horaires calculées pour différents jours de l'année (dans *hv*, le début de chaque mois et de chaque signe zodiacal) en fonction d'une latitude donnée (dans *hv*, 48°). La tige, qui tourne autour du cylindre, est placée au-dessus des graduations horaires appropriées au jour de l'observation ; la portée de l'ombre sur les graduations permet la détermination de l'heure ; l'instrument comporte une graduation supplémentaire adaptée aux usages géométriques.

La parenté de la lettre de B à W et du De horologio viatorum

Les deux notices insistent longuement sur des points de construction communs aux deux instruments et exposés dans des formulations voisines.

• Les signes zodiacaux sont distribués par couples d'éléments symétriques par rapport à l'augmentation et à la diminution du jour.

- *Lettre de B à W* nomina signorum seu mensium XX*IV* suis quisque intervallis inscribantur et, juxta comparitatem incrementi dierum, II simul consocientur ab hiemali tropico, unde dierum crescenti*ae* ordiuntur : CAP AQ PIS <…> cum Tauro, Virgo <cum> Ariete, Libra cum Piscibus, Scorpius cum Aquario, Sagitta cum Capricorno, copulati quique duo simul compares, duo etiam ex XII interstitia simul non divisa, id est VI integra, a primo per totum, conpossidentes rescribantur.

- *hv* inprimis itaque circuitum ejus in sena intervalla ductis a summo deorsum lineis divido, et his senis signis, in quibus dies crescunt, id est Capricorno, Aquario, Piscibus, Ariete, Tauro et Geminis, inscribo, et inde revertens reliqua decrescentium itidem dierum signa in quantitate diebus comparibus compleo. Cancrum videlicet Geminis, Tauro Leonem, Virginem Arieti, Piscibus Libram, Aquario Scorpium, Sagittario Capricornum (*PL* 143, c. 405[B]).

• La distribution des mois, également répartis par paires, s'intercale dans celle des signes.

- *Lettre de B à W* Mensium, uti signorum, paria, bina ex XII intervalla simul continuantia, exceptis decembre et junio, conscribantur. Quorum december, primo suo singillatim intervallo solus, exin januarius cum novembre, cum octobre februarius, martius cum septembre, aprilis cum augusto, maius cum julio…

- *hv* sequenti bino intervalla januario ejusque compari novembri tribuo. Quartum cum quinto februario et octobri ; sextum et septimum martio et septembri, in quorum medietatibus bina equinoctia veniunt Ariesque et Libra initium sumunt (*PL* 143, c. 406[A]).

• Les mois de juin et décembre, qui contiennent en leur milieu les points solsticiaux, occupent une place qui leur est propre.

- *Lettre de B à W* Qui duo, ut praedictum est, soli sine socialibus, nisi quantum ipsi ad se invicem, ceteris, tamen dispariter remanent, quia neuter eorum, neque in incremento neque in detrimento totus, ut ceteri, transfigitur, sed, partim crescentes partimque decrescentes, in medio sui, hoc est in initio Capricorni et Cancri, dant locum, ut fertur, positure solstitii.

- *hv* [intervallum] primum horum, quod videlicet Sagittarii postrema et Capricorni principia continet, decimo mensi, in cujus medio solstitium hiemale contigit, deputo… Duodecimum, quod restat, quod videlicet et Geminorum extrema et Cancri prima gestat, junium cum aestivo in medio solstitio accipiat (*PL* 143, c. 406[A]).

• Les lignes horaires sont tracées d'après l'ascension du soleil sur l'horizon selon des principes semblables et tout à fait remarquables, si on les compare aux œuvres contemporaines. Le rédacteur de la lettre sur le quadrant *vetustior* et celui du *De horologio viatorum* ont recours exactement à la même méthode. Ils tracent le diagramme des lignes horaires en utilisant un même matériel astronomique : des tables de hauteurs angulaires du soleil sur l'horizon, notées en fonction de l'heure aux mêmes dates (début de chaque signe et de chaque mois). La qualité des chiffres reportés dans le tableau qui accompagne le traité sur le cadran solaire cylindrique est du même ordre que celle des données enregistrées dans la lettre de B à W : les résultats sont fiables et précis au demi-degré près.

• Les tables de hauteurs angulaires du soleil, qui fournissent aux rédacteurs les données préétablies pour une latitude précise, ont été construites ou vérifiées (?) grâce à leur pratique « astrolabique », *astrolabica experientia* / *astrolabii experientia* :

- *Lettre de B à W* Post hec, quia horarum certus in mensibus singulis terminus, juxta astrolabicam dumtaxat regulam, non nisi graduum solis ascensus difinito potest inveniri numero […]
videlicet VI postmeridianas autem incipientes, juxta subscriptam hanc gra*d*uum normulam. Et nisi astrolabica nos fallat experientia parum errati in hac invenitur regula.

- *hv* quot gradus in fine cujuslibet horae, in climate nostro, sol, in uniuscujusque signi vel mensis initio ascendat, breviter, sicut per astrolabii experientiam comprehendere potero, in formula subjecta describam (*PL* 143, c. 406[B]).

La lettre de B à W reproduit une table de mesures établies pour une latitude de 47°, alors que celle du *De horologio viatorum* correspond à une latitude de 48°. Les deux tables offrent aussi une différence de présentation. Le rédacteur B a associé la 1re et la 12e heure… la 6e et la 7e, considérant que la hauteur angulaire du soleil était identique à la fin de la 1re heure et au début de la 12e… à la fin de la 6e heure et au début de la 7e. En revanche, dans la version du *De horologio viatorum* qui a été conservée, le rédacteur du tableau a associé la 1re heure et la 11e, la 2e heure et la 10e, considérant que la hauteur angulaire du soleil était identique à la fin de la 1re heure et à la fin de la 11e, à la fin de la 2e et à la fin de la 10e… Il est donc obligé de traiter isolément les données correspondant à la fin de la 6e heure.

Dans l'hypothèse où le *De horologio viatorum* faisait à l'origine partie de la lettre de B à W, ces particularités font difficulté, mais elles peuvent s'expliquer. Le *De horologio viatorum* ne restitue pas littéralement le texte original de la lettre de B à W ; c'est une recension détachée de son contexte initial, adaptée à une publication autonome. Nous avons vu qu'à la même époque, une version modifiée a été également tirée de la première partie de la lettre avec une adaptation à l'astrolabe des usages géométriques du quadrant *vetustior*. Le texte primitif a donc pu subir des modifications, en particulier :

– des changements apportés à la présentation de la table qui la rendent conforme à la distribution des heures inégales présentée au chapitre 7 du traité *Quicumque astronomicae peritiam disciplinae* (*J*)

– des données adaptées à une nouvelle latitude (48°, à la place de 47° ; il s'agit de la latitude de référence mentionnée dans le *De mensura astrolabii* de Hermann de Reichenau).

Le tracé des lignes horaires obéit dans les deux cas au même principe. B, pour tracer la première ligne horaire, reporte, une par une, sur chacun des cercles des mois ou des signes, les hauteurs angulaires notées dans le tableau, et il renouvelle le procédé pour chacune des autres lignes horaires. Exactement de la même manière, l'auteur du *De horologio viatorum* reporte, une par une, sur chacune des lignes des signes et des mois, les hauteurs angulaires inscrites dans le tableau, puis relie les points ainsi établis pour tracer la première ligne horaire ; il procède de même pour chacune des lignes horaires suivantes (*fig.* 8). Le cadran cylindrique des voyageurs ne mesure pas directement la hauteur angulaire du soleil sur l'horizon, mais il mesure la longueur de l'ombre du gnomon mobile sur son pourtour ; une étape intermédiaire est donc nécessaire pour établir les équivalences entre les hauteurs angulaires et les longueurs de l'ombre du gnomon, mais elle ne doit pas nous masquer la similitude foncière des deux procédures.

- *Lettre de B à W* [4]

Tandem igitur inventis primo horarum singularum, ut subjecta monstrat figura, pro ascensu solis gradibus seu minutiarum particulis et, juxta eorum quantitatem, singulis mensium seu signorum circulis, ubi a regula tangitur per idem E centrum posita, diligenter signatis, circinus tali in loco figatur ut duas simul horarum, per loca notata […] complectatur […]

- *hv*

in singulis initiis signorum et mensium uniuscujusque horae certum terminum inveniens punctis designo ; sicque in cujusque horae fine a punctis ad puncta obliquas lineas, ut videlicet incrementa et detrimenta dierum postulant, decedendo totius horologii hujus mensuram consummabo (*PL* 143, c. 407[A]).

Les deux instruments peuvent recevoir des ajouts permettant un usage géométrique.

- *Lettre de B à W* [6] (*GIA* III, 6)

Estat adhuc quadratus orthogonius aequilaterus, aut in ultra tropicum estivum spatio vacante, aut, similiter vestri astrolabii, sic etiam in dorso quadrae mensurandatus. Cujus non ingrata utilitas itidem, ut alhidada in astrolabio, ita in quadra perpendiculo erit exequenda hoc modo. Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris seu cujusquam talium in plano dumtaxat loco altitudinem per umbram ipsius invenire […]

- *hv*

In hoc etiam horologio si duodecim praetaxatis signorum et mensium intervallis tertium decimum velis adjicere, ipsumque mensura qua dicam distinguere, cujuslibet erecti corporis in plano stantis altitudinem per umbram ipsius facile poterit investigare […] (*PL* 143, c. 407[D])

Les procédures géométriques utilisent les rapports de similitude existant entre les côtés de deux triangles semblables : le triangle formé par la hauteur à mesurer, son ombre et le plan horizontal, et le triangle formé soit par les côtés du carré des ombres et le fil à plomb (ou l'alidade), soit par le gnomon, le rayon solaire et l'ombre du gnomon. Les deux textes possèdent la particularité remarquable de fournir la justification théorique de la procédure indiquée.

- *Lettre de B à W* [6] (*GIA* III, 6)

Et omnino cujuscumque proportionis triangul*um* perpendiculi liniolus in quadrato quasi hipotenusa effecerit, ejusdem proportionis triangulum umbra cujuslibet erecti corporis in planicie stantis formabit. <*In quo videlicet triangulo, ipsa inumbrata planities basis est, erecta altitudo cathetus,*> radius solis umbram tranversim limitans hipotenus*ae* vicem dinoscitur habere.

- *hv* — cum enim cujusvis in planitie erecti corporis umbra triangulum orthogonium effingat, cumque nihilominus in hoc instrumento triangulam umbram sciotherus ad umbram a se factam habuerit, eamdem sine dubio inumbrata planities obtinebit ad corpus quodlibet quod umbram iacit (*PL* 143, c. 407[C]).

Les deux chapitres géométriques se concluent sur une énumération des rapports de proportionnalité (désignés par le même terme *proportio*) qui peuvent être rencontrés :

- *Lettre de B à W* [6] (*GIA* III, 6) — Verbi gratia : si duae sup*ra* apparent, ad quas XII sesciplam habent proportionem, sescupla quoque erit umbra ad altitudinem ; si III, quadrupla ; si IIII, tripla ; si V, duplex superbipartiens quintas ; si VI, dupla ; si VII, superbipartiens septimas ; si VIII, sesqualtera ; si VIIII, sesquitercia ; si X, ses*qui*quinta ; si XI, sesquiundecima ; si XII, aequa erit altitudo et umbra.

- *hv* — [...] quam proportionem ipse et umbra ejus invicem habeant statim possit apparere. Nam si ad sextam sciotheri partem umbra ipsius pervenerit, planities inumbrata ad altitudinem quae umbram jacit sescupla erit ; si ad quartam, quadrupla ; si ad tertiam, tripla ; si ad dimidiam, dupla ; si ad totam longitudinem sciotheri pertigerit, aequalis erit ; si ad duplam, dupla ; si ad triplam subtripla, et ita in caeteris (*PL* 143, c. 408[A]).

On peut ajouter à ces éléments au moins deux particularités rédactionnelles communes à B et à l'auteur du *De horologio viatorum*. Ils partagent un même goût pour les termes rares et recherchés : par exemple, *ergodioctes*, *crescentiae*, *horoscopus*, dans la lettre de B à W, *circumvertibilis*, *sciotherus*, dans le *De horologio viatorum*. Ils témoignent d'un même souci de la précision, souligné par l'emploi récurrent de *id est* :

- *Lettre de B à W* —
hujus parte una AB, id est ab quinque, A contigua, ablata, ibique
illic orthogonus, id est rectus angulus, consequitur sic
etiam ex XII interstitia simul non divisa, id est VI integra a primo per totum
proportionem numerus partium ad XII, id est ad totum latus quadrati habuerit
denique in hunc statum circinum ut A B, id est quinque illa contractu simul
ejusque ad te arcum uertens, kathetum, id est F E lineam, tam directum contra solem
arbitrio in longum ducatur quae coraustus, id est superius jacens, ut aiunt

- *hv* his senis signis, in quibus dies crescunt, id est Capricorno, Aquario, Piscibus,
integerrime describo, ejusque arcum, id est curvam lineam, in tria partior,
ab ipso centro A ubi coraustus et kathetus, id est superjacens et deorsum pendens linea
secerno quantum longitudinem sciothero, id est gnomoni, juxta quantitatem

Ces rapprochements suggèrent l'hypothèse que B, l'auteur de la lettre de B à W, ne fait qu'un avec l'auteur du *De horologio viatorum*. Mais ils ne seraient pas suffisants, s'ils n'étaient pas étayés par des témoignages externes, en particulier par les notices des manuscrits Oxford, BL Digby 174 (f. 210^{v}), et Berlin, SBPK, lat. fol. 307 (f. 14b), déjà signalées par Bubnov. En effet, dès la parution des *Gerberti opera mathematica* en 1899, Bubnov a émis l'hypothèse que le *De horologio viatorum* pourrait revenir à un familier d'Hermann nommé Bérenger, qui se confondrait avec B, le destinataire du *De mensura astrolabii* (*h*) d'Hermann.

C'est cette hypothèse de Bubnov qui sera maintenant réexaminée en tenant compte des éléments nouveaux offerts par Vaticano, BAV Ott. lat. 1631. Si on considère et les rapprochements suggérés par Bubnov et les similitudes constatées entre la lettre de B à W et le *De horologio viatorum*, il est possible d'avancer l'hypothèse suivante : Hermann rédige à l'intention d'un de ses familiers, Bérenger, le *De mensura astrolabii*, et plus tard, Bérenger lui-même adresse à un correspondant, Werhiner, les notices de construction de deux instruments, un quadrant *vetustior* et un cadran solaire cylindrique.

Ego Berengarius inveni…

Cette reconstruction s'appuie sur des indices variés qui s'articulent dans un ensemble cohérent.

Le destinataire B du De mensura astrolabii *(*h*) d'Hermann*

Hermann dédie explicitement son traité de construction de l'astrolabe à l'un de ses familiers, qu'il désigne sous sa seule initiale, B, et c'est cet ami qui l'a pressé d'entreprendre ce travail utile que tous réclamaient (*PL* 143, c. 407-408^{A}) :

– Herimannus […] B suo jugem in Domino salutem

– cum a plurimis saepe amicis rogarer […] tandem a tui potissimum instantia perpulsus, prout inertia desidiaque permittente potui, diu seposito more mendacium fabrorum operi cunctabundam deses manum applicui

– Tu igitur, tu, anime mi, utcunque alii ferant haec scripta legentes, gratanter, ut amicum decet, quomodocunque descriptam simplicem praefati instrumenti accipe mensuram

Les noms de plusieurs clercs de l'entourage d'Hermann peuvent répondre à cette initiale B : Bernon, l'abbé de Reichenau, qui meurt en 1048 [37] ; Berthold, son élève, qui, après la mort de son maître, poursuivra la rédaction de la *Chronica* commencée par Hermann [38] ; mais aussi un certain Berengarius, que signale la notice recopiée au f. 210v du manuscrit Oxford BL Digby 174 :

> Nota quod Girbertus quendam librum de astrolabio composuit, qui in hoc volumine secundo loco ponitur et nimis implicitus est et instrumentum facere non docet sed artem exercere. Quo perlecto, Berengarius artem quidem exercere, sed instrumentum componere non noverat. Ideo Hermannum, amicum suum, rogavit ut doctrinam astrolabium componendi praeberet. Hujus igitur rogatu Hermannus hunc primum librum composuit, secundo loco librum Girberti ordinavit. Prologum praemittit, in quo benivolentiam Berengarii captat et suam inbecillitatem insinuat.

Si l'on excepte l'attribution à Gerbert du traité *Quicumque astronomice discere* (*J*), les renseignements fournis par cette note du XIIe siècle permettent une reconstruction cohérente des faits, qu'ont adoptée N. Bubnov (dès 1899) [39] et, plus récemment, H. Oesch [40], A. Borst [41] et E. Poulle [42]. Un familier d'Hermann, nommé Bérenger, qui connaît parfaitement le traité d'usages de l'astrolabe *Quicumque astronomice discere* (*J*) – peu importe ici son auteur réel –, demande à Hermann des éclaircissements sur la construction de l'instrument. Hermann conçoit donc son traité comme le complément indispensable du traité antérieur sur les usages de l'astrolabe. Ainsi, Bérenger et Hermann se trouvent à l'origine de la tradition manuscrite qui associe le *De mensura astrolabii* (*h*) au traité *Quicumque astronomice discere* (*J*).

La paternité du De horologio viatorum

Bubnov, en même temps qu'il portait à la connaissance du public la notice d'Oxford BL Digby 174, signalait une note contenue dans le manuscrit Berlin SBPK, lat. fol. 307, f. 14B, où un certain Berengarius revendiquait « l'invention » du cadran solaire cylindrique reproduit schématiquement sur le même folio. Il rapprocha les deux témoignages et proposa d'identifier B, destinataire du *De mensura astrolabii*, avec Berengarius, mentionné dans le manuscrit de Berlin, et de le considérer comme auteur plausible du traité *De horologio viatorum* :

> Hic Berengarius idem esse videtur atque is quem in cod. Berlin 307 fol. 14r deprehendi, ubi in margine post figuram horologii haec nota legitur : « Hec est demonstratio

37. Welborn 1931.
38. Brunhölzl 1996, 396.
39. Bubnov 1899, 109 *sq.*, n. 1 ; 113 *sq.* et n. 5-7.
40. Oesch 1961, 168.
41. Borst 1989, 81.
42. Poulle 1996.

componendi cum conventibili sciothero horologici viatorum instrumenti, quam ego Berengarius inveni. Poterit enim per istud instrumentum quicunque operando cum eo certas diei horas invenire », etc.[43]

V. Rose (1905)[44], dans son examen codicologique de Berlin, SBPK, lat. fol. 307, a discuté l'authenticité des renseignements fournis par l'addition du f. 14^{B}. Indépendamment des recherches de Bubnov, qu'il semble avoir ignorées, il avance des conclusions qui les rejoignent partiellement. L'expertise de Rose date le manuscrit Berlin, SBPK, lat. fol. 307, de la deuxième moitié du XIIe siècle et attribue à une main plus récente (XIIIe) la note additionnelle du f. 14^{B} sur le cadran solaire cylindrique[45]. Rose souligne que l'instrument reproduit et évoqué au f. 14^{B} correspond exactement au cadran solaire cylindrique décrit dans le *De horologio viatorum*. Comme Bubnov, il prend en considération la note additionnelle du f. 14^{B}, qu'il analyse comme un bref résumé du *De horologio viatorum*, qui serait l'œuvre de Bérenger[46].

Les hypothèses de Bubnov et de Rose se rejoignent donc sur l'attribution du *De horologio viatorum* au clerc dénommé Berengarius, qui revendique la paternité d'une méthode de construction d'un cadran solaire cylindrique dans la note de Berlin, SBPK, lat. fol. 307, f. 14^{B}. Bubnov et Rose n'ont pas été suivis sur ce point, et les études récentes consacrées à l'œuvre d'Hermann (H. Oesch, W. Bergmann, A. Borst) se taisent sur cette éventualité. Cependant, l'attribution du texte à Hermann de Reichenau semble relever d'une tradition qui remonte aux éditions de Pez et de Migne plus que d'une argumentation réelle.

Seulement deux des dix-neuf manuscrits du *De horologio viatorum* recensés par N. Bubnov[47] et H. Oesch[48] mettent le texte sous le nom d'Hermann : München, BSB, Clm 13021 « *Incipit liber Heremanni de compositione horologiorum* », et Paris, BNF, n. acq. lat. 229 « *Item Herimannus de quodam horologio* ». Le reste de la tradition manuscrite laisse l'œuvre dans l'anonymat, en particulier le témoin le plus ancien, München, BSB, Clm, 14836 I° (XIe siècle). L'attribution à Hermann du *De horologio viatorum* n'est donc pas un fait acquis.

43. Bubnov 1899, 113, n. 5.
44. Rose 1905, 1180^{B}. Le manuscrit est abîmé, et l'examen que j'en ai fait sur microfilm entérine les lectures de Bubnov et de Rose. Je reproduis la collation complète de Rose : *Hec est demonstratio conponen (di cum) | conventibili sciothero (-the^{r}o) horologici vi|atorum instrumenti quam ego beren|garius inveni ; Poterit enim per istud in|strumentum quiconque operando 9… | certas diei horas invenire. quotiens|conque radii solares super tra…… | seri………denotamus… | aliorum litteris congnoscendum… | enim a.b. latitudo horologii….. | longitudo e. d……rien……que horologium sus… |….er^{9}… gaq^{e}sus | in singulis mensibus cum altitudine | solis certas demonstrat horas G. u^{l}o9 | ad altitudinem metiendam.*
45. Rose 1905, 1177-1181^{A}.
46. Rose 1905, 1181^{A}.
47. Bubnov 1899, 109-113.
48. Oesch 1961, 163-171.

Le témoignage de München, BSB, Clm 13021, et de Paris, BNF, n. acq. lat. 229, est suspect. Le titre de München, BSB, Clm 13021, ne répond ni à la nature des textes qu'il introduit (une compilation hétérogène et non une œuvre unitaire), ni à leur sujet (seuls les chapitres 1 et 5 du *De utilitatibus astrolabii* II traitent de la fabrication d'« *horologia* »). La mention de Paris, BNF, n. acq. lat. 229, est problématique, car elle se trouve dans un témoin fiable de l'œuvre d'Hermann, comme l'ont jugé A. Van de Vyver et A. Borst. Cependant, il n'est pas impossible que le copiste du XIIe siècle ait reproduit mécaniquement la formulation du titre précédent : « *Item Herimannus de astrobio* (sic) ». De plus, le texte qui suit ici immédiatement le *De horologio viatorum* est le chapitre *GIA* III, 6 / *De utilitatibus* II, 6, tiré de la lettre de B à W. Dans Paris, BNF, n. acq. lat. 229 lui-même, le *De horologio viatorum* est donc inclus dans une séquence qui ne comporte pas seulement des textes authentiques d'Hermann, mais qui témoigne plus vraisemblablement des recherches conjointes de Bérenger et d'Hermann.

La collection *De utilitatibus astrolabii* II reflète selon toute apparence les centres d'intérêt d'Hermann, sans pour autant en réunir des textes authentiques. Une branche bien attestée de la tradition manuscrite transmet le chapitre *De utilitatibus astrolabii* II, 2, à l'intérieur d'une autre compilation, très cohérente, avec laquelle il présente bien plus d'affinités[49] ; et les chapitres *De utilitatibus astrolabii* II, 6 (similaire à *GIA* III, 6 et à la lettre de B à W) et *De utilitatibus astrolabii* II, 7 (similaire à *GIA* IV, 48) au moins ne remontent pas directement à Hermann. Les recherches du maître étaient partagées par un certain nombre de ses familiers, parmi lesquels B, le destinataire du *De mensura astrolabii* (*h*), était particulièrement entreprenant : Hermann lui-même en témoigne dans la préface de son traité.

Le disciple d'Hermann, Berthold, dans l'émouvant hommage qu'il lui rend, loue la compétence et le savoir-faire exceptionnels de son maître comme ingénieur : *in horologicis et musicis instrumentis et mechanicis componendis*[50]. Mais cette [redacted] tion ne constitue pas une référence précise au cadran solaire cylindrique [redacted] le *De horologio viatorum*. Hermann n'est pas seul, parmi ses conte[redacted] éprouvé de l'intérêt pour les instruments de mesure du temp[redacted] à Saint-Emmeram de Ratisbonne[51], Othlon fustige l[redacted] occupés de la science de l'astrolabe et des « *h*[redacted]

49. Millàs Vallicrosa 1931 : collection d[redacted]
similaire à Millàs Vallicrosa X[redacted]
50. Berthold de Reichenau[redacted]
51. Wiesenbach 1991[redacted]
52. Othlon de Sa[redacted]
tur ac his[redacted]
gare[redacted]
h[redacted]

Bernold de Constance évoque admirativement le cadran solaire conçu par Guillaume d'Hirsau : *naturale horologium ad exemplum celestis hemisperii excogitauit*[53].

L'étude des pratiques rédactionnelles du *De horologio viatorum*, de la lettre de B à W et du *De mensura astrolabii* permet de repérer quelques divergences[54] ; cependant il ne s'en dégage pas des faits indiscutables qui, à eux seuls, infirmeraient ou confirmeraient l'authenticité ou la parenté des textes[55]. En effet, il s'agit de textes courts, sans doublets qui permettraient de comparer efficacement des traits stylistiques. Par ailleurs, Bérenger, dans l'hypothèse de Bubnov, est un familier d'Hermann de Reichenau, dont il partage la culture scientifique. Il n'est donc pas étonnant que deux clercs passionnés par les mêmes questions, formés aux mêmes textes de référence, partagent en partie un même lexique technique et scientifique et une même approche méthodologique[56].

Alors que les indices manquent pour attribuer avec certitude le *De horologio viatorum* à Hermann, il n'y pas vraiment de raison de suspecter l'authenticité des renseignements contenus dans la note de Berlin, SBPK, lat. fol. 307, f. 14^B^. Pourquoi refuser à Bérenger, alors qu'il la revendique explicitement, la paternité d'une explication sur le fonctionnement du cadran solaire cylindrique ? Le texte recopié au folio 14, même s'il est aujourd'hui difficile à déchiffrer, renvoie de façon suffisamment claire au cadran solaire cylindrique décrit dans le *De horologio viatorum*. La figure reproduite sur le même folio, complémentaire du schéma de construction qui accompagne le traité *hv* dans la tradition manuscrite, correspond exactement à l'instrument. La note additionnelle de Berlin SBPK, lat. fol. 307, appartient à la même tradition que les autres témoins du *De horologio viatorum*. Ainsi les termes employés se retrouvent dans les titres introducteurs du *De horologio viatorum* de London, BL Royal 15 B IX, et Salzburg, SBSP, a V. 7 : *Demonstratio componendi cum convertibili sciothero horologici viatorum instrumenti*. De plus, bien que Berlin, SBPK, lat. fol. 307, nous soit parvenu mutilé, l'index recopié à la fin du prologue de *h* au f. 11^v^ indique qu'il contenait, sur des feuillets désormais disparus, des textes qui accompagnent régulièrement le *De horologio viatorum* : le *De mensura astrolabii* (*h*) et le traité *Quicumque astronomice discere* (*J*), suivis d'une série de chapitres de la *GIA*

---

dicere possem, pro eo tamen quod in illis laborantes inspexi deficere in via Dei, id est in dilectione Dei et proximi, in humilitate aliisque virtutibus, animum meum ab eis averti [...].

53. Bernold de Constance, *Chronicon*, *MGH Script.* V, 451.

54. Par exemple, Hermann n'utilise pas les termes *coraustus* et *cathetus* employés dans la lettre de B à W et dans le *De horologio viatorum*.

55. Je remercie très vivement M. le Professeur P. Fleury qui m'a fourni les concordances du *Du mensura astrolabii*, du *De utilitatibus* II et de la lettre de B à W et m'a ainsi procuré des instruments de travail efficaces. Le texte du *De mensura astrolabii* a été consulté dans *PL* 143, c. 381-388, et dans Drecker 1931.

56. On retrouve dans Hermann, par exemple, l'emploi répétitif de *id est* déjà constaté dans la lettre de B à W et dans le *De horologio viatorum*.

de la classe E. L'expertise codicologique, qui date la note du folio 14 du XIII[e] siècle, interdit d'y voir un texte autographe de Bérenger : on doit supposer l'intervention d'un copiste qui a pris la peine de retranscrire et d'insérer à cet endroit du manuscrit une brève note de Bérenger dont il avait connaissance[57]. Enfin, alors qu'il existe des similitudes nettes entre la lettre de B à W et le *De horologio viatorum*, on doit noter que les initiales B et W des correspondants concordent exactement avec les prénoms Werinherus et Berengarius des destinataire et auteur supposés du *De horologio viatorum*.

Une reconstitution possible de la lettre de Bérenger

La conjonction de ces différents témoignages invite à la reconstruction suivante.

Bérenger, un familier d'Hermann de Reichenau, connaît parfaitement le traité d'usages de l'astrolabe, *Quicumque astronomice discere* (*J*). Il obtient d'Hermann un traité de construction de l'astrolabe, le *De mensura astrolabii*, (*h*). Hermann et Bérenger imposent ainsi le couple, si bien représenté dans la tradition manuscrite, *J* + *h*. C'est la reconstruction des faits que suggèrent la note d'Oxford BL Digby 174, f. 210[v], et la dédicace du *De mensura astrolabii* à B[58].

Bérenger rédige à l'intention d'un correspondant nommé Werinher une lettre contenant les notices de construction de deux instruments récemment importés du monde arabe : un quadrant *vetustior* et un cadran solaire cylindrique.

La première partie de la lettre, qui concernait le quadrant *vetustior*, est connue par trois témoins :

– le texte original transcrit dans le fragment du manuscrit Vaticano, BAV Ott. lat. 1631

– le schéma recopié dans London, BL Royal 15 B IX, f. 60[v]

– la recension partielle et adaptée aux usages de l'astrolabe, *GIA* III, 6 / *De utilitatibus astrolabii* II, 6.

La seconde partie de la lettre sur le cadran solaire cylindrique, en l'état actuel de nos recherches, n'est pas connue sous sa forme primitive, mais on en repère deux témoins indirects :

57. On peut voir une confirmation de cette hypothèse dans le fait que la note additionnelle contient au moins deux éléments imputables au copiste et non à Bérenger : le copiste a vraisemblablement introduit les chiffres arabes, qui ne sont pas attestés ailleurs dans la tradition manuscrite du *De horologio viatorum*, et il a donné un schéma erroné du cadran solaire cylindrique puisqu'il fait coïncider les débuts des mois et des signes. Comme l'illustrateur de London, BL Royal 15 B IX, il a reproduit la figure qu'il avait sous les yeux sans comprendre dans le détail le fonctionnement de l'instrument représenté.

58. Comme le suppose la notice d'Oxford BL Digby 174, l'auteur de la lettre de B à W pourrait être effectivement un lecteur attentif du traité *Quicumque astronomice discere* (*J*) et du *De mensura astrolabii* (*h*) : il emploie les termes *crescentiae* ou *horoscopus* avec la même signification que dans *J*, et il adopte la méthode définie dans *h* pour diviser l'écliptique en projection stéréographique.

– une brève notice, accompagnée d'un schéma, retranscrite dans Berlin, SBPK, lat. fol. 307, f. 14^{B}, *hec est demonstratio conponendi* […] *horologici viatorum instrumenti quam ego Berengarius inveni*

– une recension adaptée à une publication autonome, le *De horologio viatorum*.

La lecture du quadrant *vetustior* est difficile, ce qui explique sans doute qu'il ait été abandonné au profit du cadran solaire cylindrique, qui fournissait des renseignements exactement équivalents, mais avec un confort plus grand.

Bérenger, l'auteur de la lettre sur le quadrant *vetustior* et sur le cadran solaire cylindrique, peut être identifié avec le destinataire du *De mensura astrolabii* (*h*) d'Hermann de Reichenau. C'est ce que suggèrent la notice du manuscrit Oxford BL Digby 174 et la tradition manuscrite qui associe régulièrement le *De mensura astrolabii* (*h*), le traité *Quicumque astronomice discere* (*J*) et la compilation éditée comme *De utilitatibus astrolabii* II.

La collection publiée comme *De utilitatibus astrolabii* II et la strate finale de la compilation géométrique éditée par Bubnov comme *GIA* III et *GIA* IV sont nécessairement postérieures à la rédaction de la lettre de B à W, puisqu'elles en contiennent un extrait (*GIA* III, 6 / *De utilitatibus astrolabii* II, 6). Ces deux recensions doivent être attribuées au cercle d'Hermann et de Bérenger. L'œuvre imputable à Bérenger ne se limite sans doute pas à la publication de ces dernières collections. En effet, un court traité contenu dans London BL Royal 15 B IX, f. 72^{v}-73, le *De statu mundi*, qui comporte quelques parentés rédactionnelles avec la lettre de B à W et qui décrit un cercle méridien tout à fait comparable au célèbre cercle méridien de Saint-Emmeram de Ratisbonne, nous invite à explorer l'hypothèse que les abbayes de Tegernsee et de Saint-Emmeram de Ratisbonne aient été, en dernier lieu, les centres où Bérenger et ses élèves ont exercé leur activité[59].

Catherine Jacquemard, Olivier Desbordes, Alain Hairie

Université de Caen Basse-Normandie

59. Un premier état de la question du *De statu mundi* a été présenté dans C. Jacquemard, *Synthèse des travaux de recherche en vue de l'HDR*, notice dactylographiée, décembre 2000, Caen.

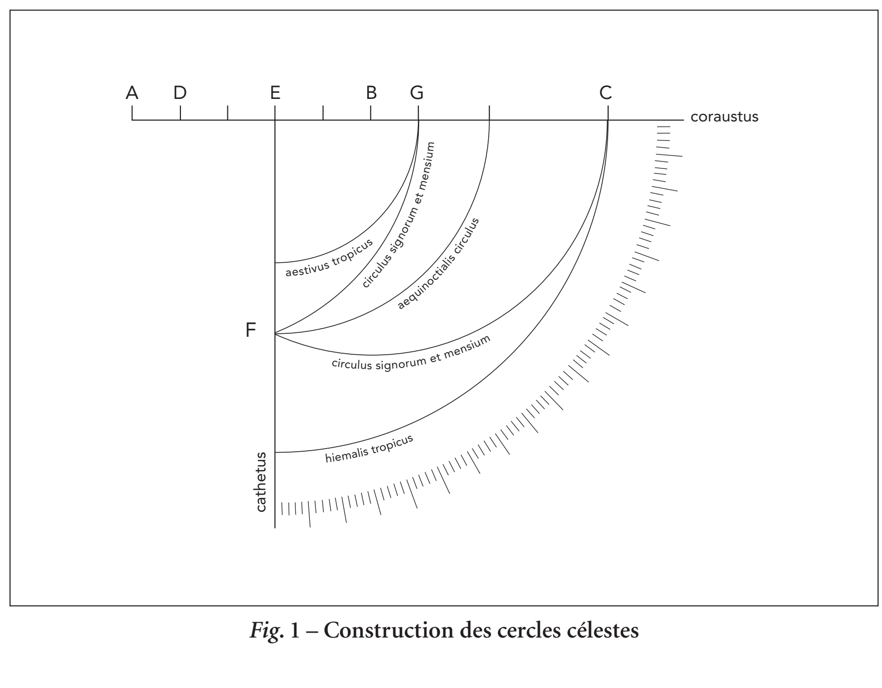


***Fig.* 1 – Construction des cercles célestes**

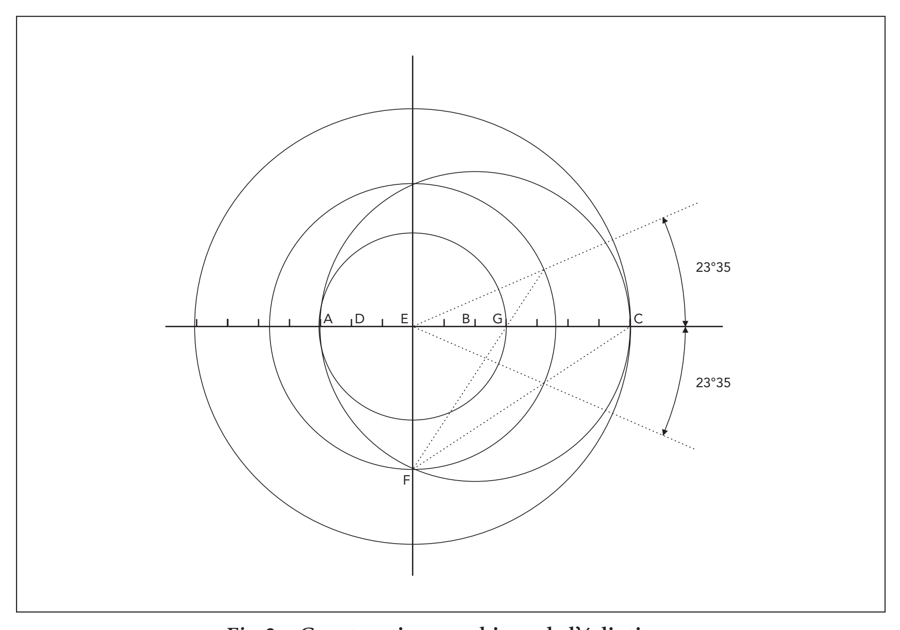


***Fig.* 2 – Construction graphique de l'écliptique**

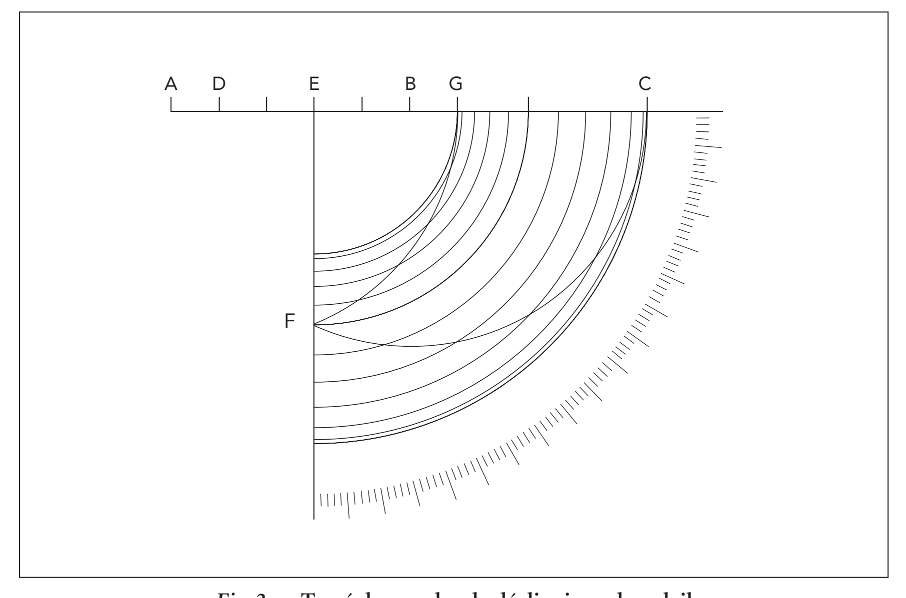


***Fig.* 3a – Tracé des cercles de déclinaison du soleil**

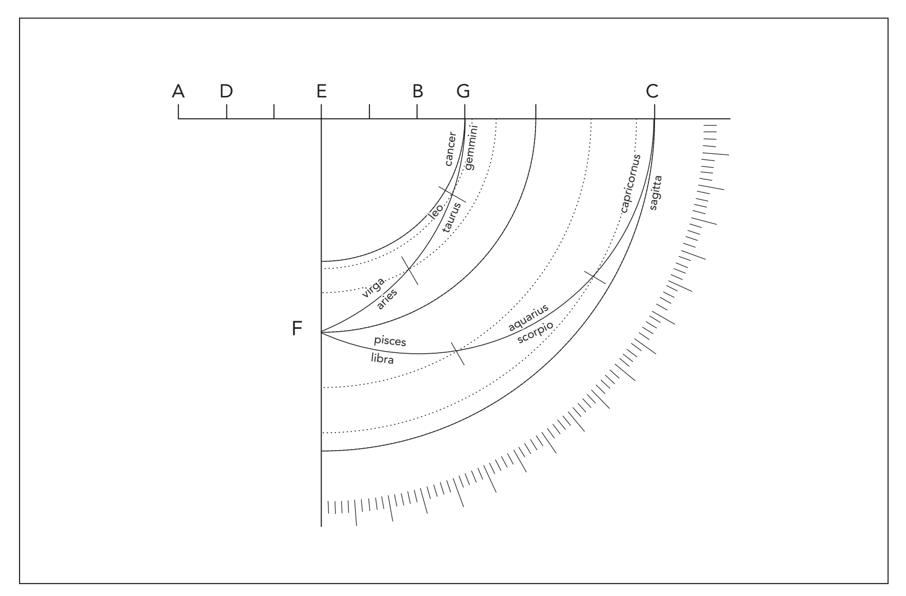


***Fig.* 3b – Tracé des cercles de déclinaison du soleil : division de l'écliptique (intervalles des signes) et construction de l'échelle zodiacale**

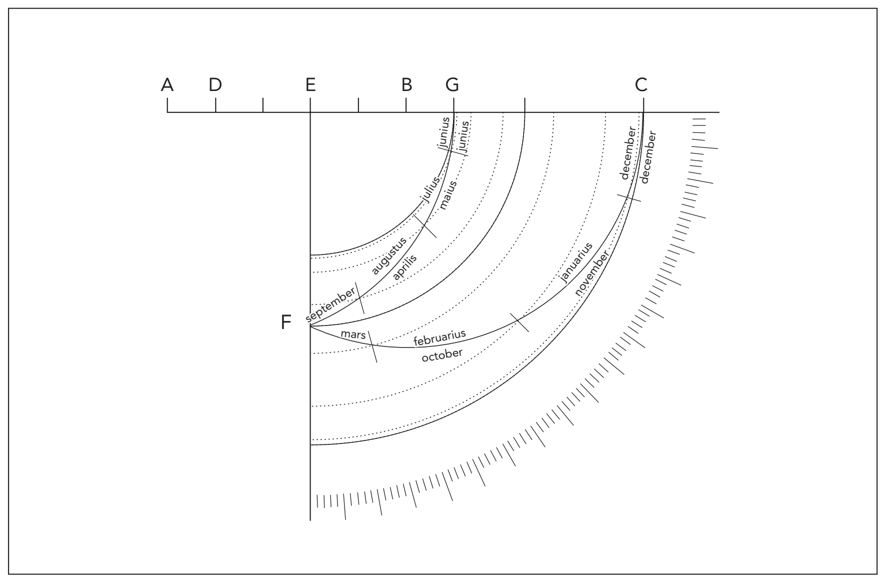


***Fig.* 3c – Tracé des cercles de déclinaison du soleil : division de l'écliptique (intervalles des mois) et construction de l'échelle mensuelle**

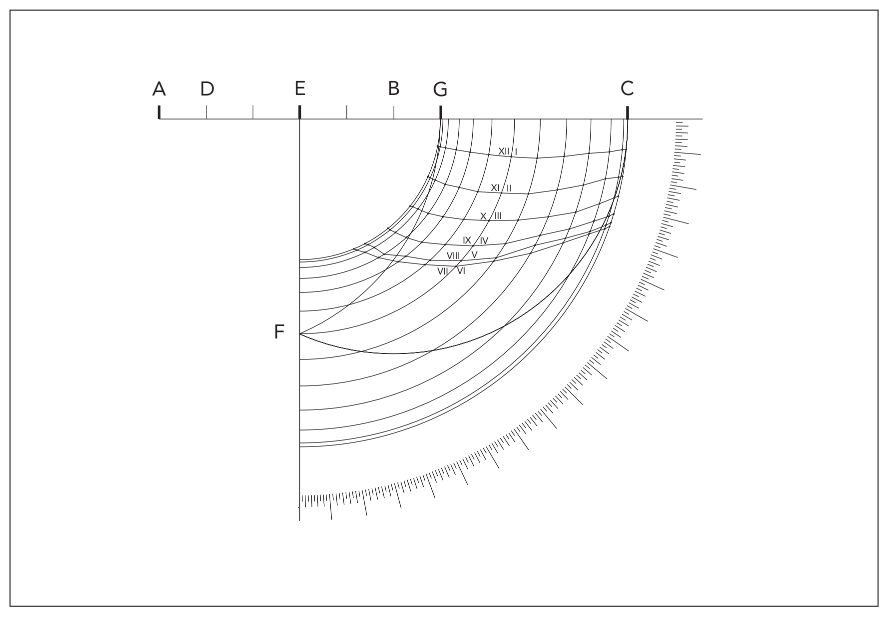


***Fig.* 4 – Construction des lignes horaires**

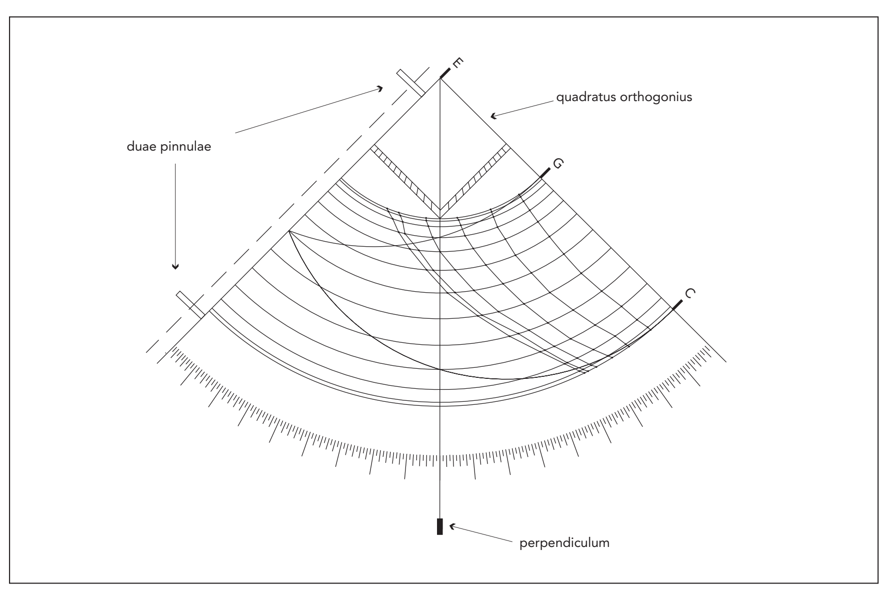


Fig.* 5 – Reconstruction synthétique du quadrant *vetustior
décrit dans Vaticano, BAV, Ott. lat. 1631, f. 16-17^{v}

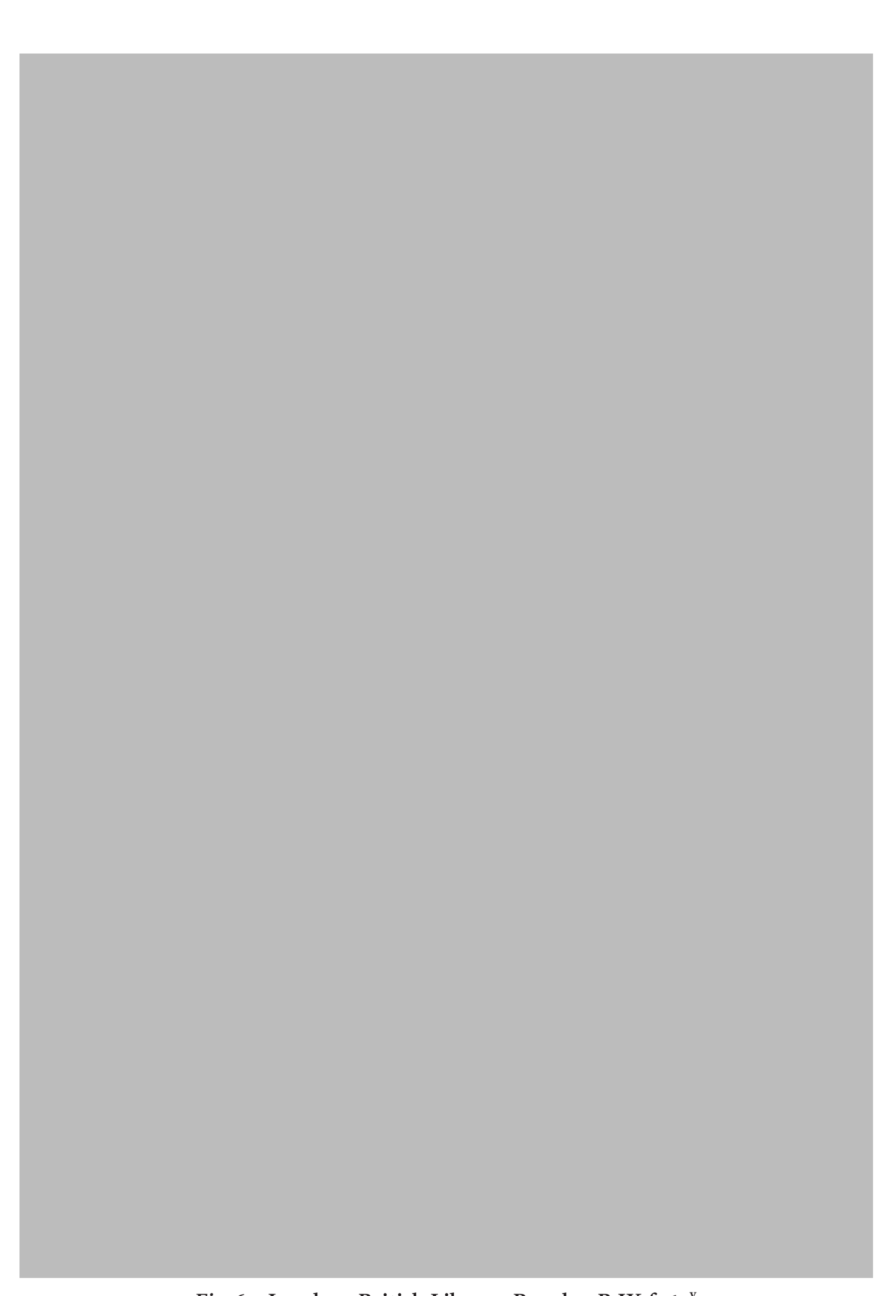


***Fig.* 6 – Londres, British Library, Royal 15 B IX f. 60v**

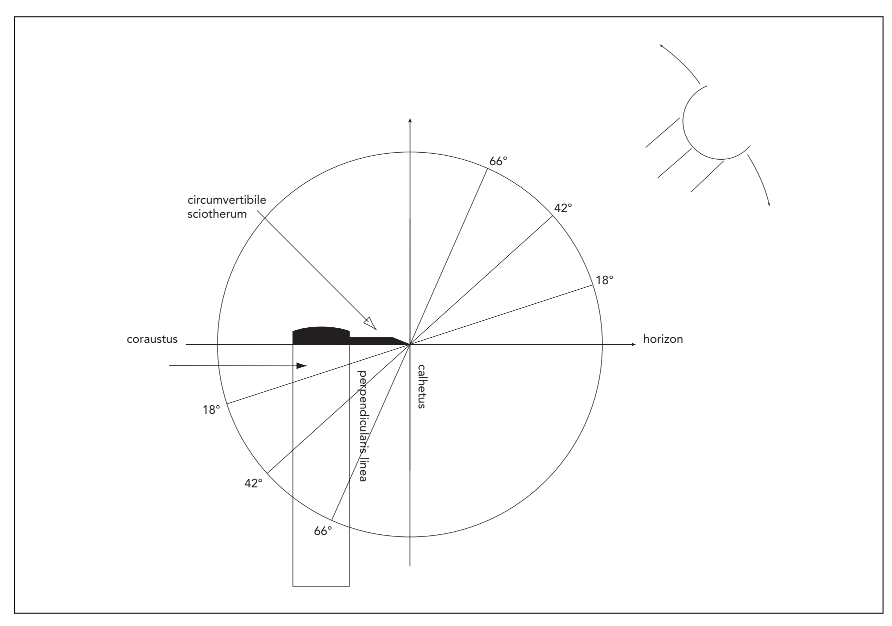


***Fig.* 7 – Fonctionnement de l'horloge solaire cylindrique (d'après Wiesenbach 1991, 129)**

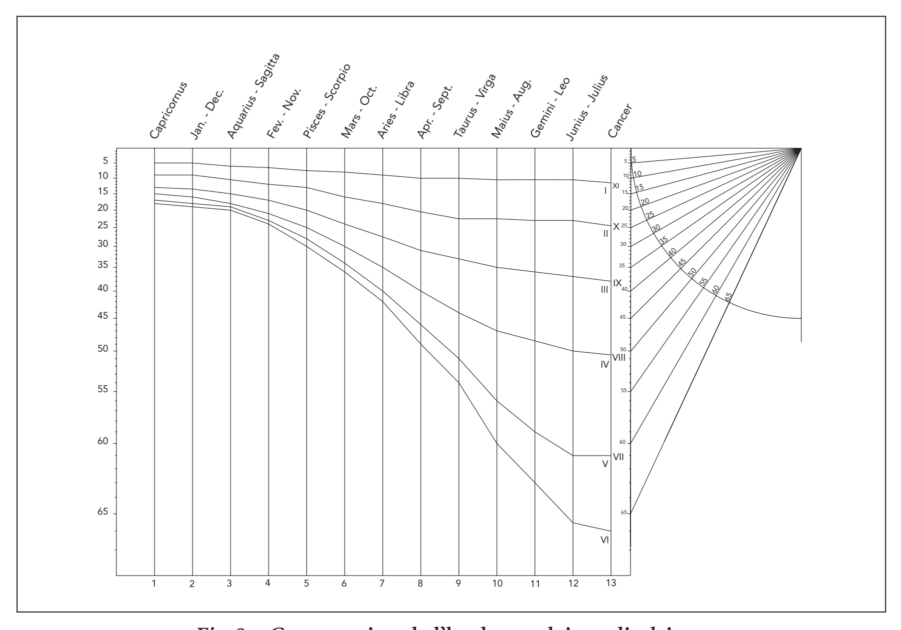


***Fig.* 8 – Construction de l'horloge solaire cylindrique**

Références bibliographiques

Études

Bergmann W. (1985), *Innovationen im Quadrivium des 10. und 11. Jahrunderts. Studien zur Einführung von Astrolab und Abakus im lateinischen Mittelalter*, Wiesbaden GmbH, Franz Steiner Verlag (Sudhoffs Archiv, Beihefte ; 26).

Borst A. (1984), « Ein Forschungsbericht Hermanns des Lahmen », *Deutsches Archiv für Erforschung des Mittelalters*, 40 / 2, p. 379-477.

Borst A. (1989), *Astrolab und Klosterreform an der Jahrtausendwende*, Heidelberg, Carl Winter Universitätsverlag (Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse ; 1).

Brunhölzl F. (1996), *Histoire de la littérature latine du Moyen Âge*, t. II, *De l'époque carolingienne au milieu du XI*e *siècle*, H. Rochais (trad.), compléments bibliographiques pour l'édition française dus à J.-P. Bouhot, Louvain-la-Neuve, Brepols.

Jacquemard C. (2000), « Recherches sur la composition et la transmission de la *Geometria Incerti Auctoris* », in *Science antique, science médiévale* (Actes du colloque international du Mont-Saint-Michel, 4-7 septembre 1998), L. Callebat, O. Desbordes (éd.), Hildesheim – Zürich – New York, Olms – Weidmann, p. 81-103.

King D.A. (2002), « A *vetustissimus* arabic treatise on the *quadrans vetus* », *JHA*, 33, p. 237-251.

Kren C. (1977), « The Traveler's Dial in the Late Middle Ages : The Chilinder », *Technology and Culture, The International Quaterly of the Society for the History of Technology*, 18 / 1, p. 419-435.

Maddison F. (1997), « Observatoires portatifs : les instruments arabes à usage pratique », in *Histoire des sciences arabes* (trad. fr. de *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, Londres – New York, Routledge, 1996), R. Rashed (éd.), avec la collaboration de R. Morelon, Paris, Seuil, vol. 1, p. 139-172.

Millàs Vallicrosa J.M. (1931), *Assaig d'història de les idees fisiques i matemàtices a la Catalunya medieval*, Barcelone, Institució Patxot (Estudis Universitaris Catalans, Sèrie Monogràfica ; I) (rééd. Barcelone, Edicions Científiques Catalans, 1983).

Millàs Vallicrosa J.M. (1932), « La introducción del cuadrante com cursor en Europa », *Isis*, 17, p. 218-258 (rééd. dans *Estudios sobre historia de la ciencia española*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, 1949, p. 65-109).

Mouliérac J. (1990), « La collection de Marcel Destombes », *Astrolabica*, 5, p. 77-126.

Naffah C. (1989), « Un cadran cylindrique ottoman du XVIIIe siècle », *Astrolabica*, 5, *Études 1987-1989*, p. 36-51.

Oesch H. (1961), « Berno und Hermann von Reichenau als Musiktheoretiker. Mit einem Überlick über ihr Leben und die handschrifliche Überlieferung ihrer Werke », en appendice à A. Duch, *Das Geschichtswerk Hermanns des Lahmen in seiner Überlieferung*, Berne, Paul Haupt (Publikationen der schweizerischen musikforschenden Gesellschaft ; Serie 2, 9).

Poulle E. (1964), « Le traité d'astrolabe de Raymond de Marseille », *Studi medievali*, 3e série, 5, p. 866-900.

Poulle E. (1972), « Les instruments astronomiques de l'Occident latin aux XIe et XIIe siècles », *Cahiers de civilisation médiévale*, 15, p. 27-40.

Poulle E. (1983), « Les instruments astronomiques du Moyen Âge », *Astrolabica*, 3.

Poulle E. (1996), « Note sur l'autorité des traités de l'astrolabe », in *Autour de Gerbert d'Aurillac, le pape de l'an mil*, O. Guyotjeannin, E. Poulle (éd), Paris, École des Chartes, p. 343-345.

Poulle E. (2000), « *Astrolabium*, *astrolapsus*, *horologium*, enquête sur un vocabulaire », in *Science antique, science médiévale* (Actes du colloque international du Mont-Saint-Michel, 4-7 septembre 1998), L. Callebat, O. Desbordes (éd.), Hildesheim – Zürich – New York, Olms – Weidmann, p. 437-448.

Rose V. (1905), *Verzeichniss der lateinischen Handschriften*, II. *Die Handschriften der kurfürstlichen Bibliothek und der Kurfürstlichen Lande*, 3 (Die Hanschriften-Verzeichnisse der königlichen Bibliothek zu Berlin, 13), Berlin, Asher, p. 1177-1185.

Tannery P. (1901), *Une correspondance d'écolâtres du XIe siècle*, in *Mémoires scientifiques*, t. V, *Sciences exactes au Moyen Âge 1887-1905*, J. L. Heiberg (éd.), Toulouse – Paris, Privat – Gauthier Villars, 1922 (réimpr. Paris, Éditions Jacques Gabay, 1996), p. 251-255.

Toneatto L. (1994), *Codices artis mensoriae, I manoscritti degli antichi opuscoli latini d'agrimensura (V-XIX sec.)*, Spolète, Centro italiano di studi sull'alto medioevo (Testi, studi, strumenti ; 5), 3 vol.

Turner A. J. (1985), *The Time Museum*, vol. 1, *Time Measuring Instruments, Part 1, Astrolabes, Astrolabe Related Instruments*, Rockford, The Time Museum.

Van de Vyver A. (1931), « Les premières traductions latines (Xe-XIe siècle) de traités arabes sur l'astrolabe », in *Premier Congrès international de géographie historique*, t. II, *Mémoires*, Bruxelles – Paris, Falk fils – Champion, p. 266-290.

Welborn M.C. (1931), « Lotharingia as a center of Arabic influence », *Isis*, 49 (vol. 16, 2), p. 193.

Wiesenbach J. (1991), « Wilhelm von Hirsau. Astrolab und Astronomie im 11. Jahrhundert », in *Hirsau, St. Peter und Paul 1091-1991*, Teil 2, *Geschichte, Lebens- und Verfassungsformen eines Reformklosters*, K. Schreiner (éd.), Stuttgart, Kommissionsverlag – Konrad Theiss Verlag (Forschungen und Berichte der Archäologie des Mittelalters in Baden-Württemberg), p. 109-156.

Sources anciennes

Abou Hasan Ali [Al-Marrakaschi] (Sédillot 1834), *Traité des instruments astronomiques des Arabes composé au treizième siècle par Aboul Hassan Ali, de Maroc… traduit de l'arabe sur le manuscrit 1147 de la Bibliothèque royale par J.-J. Sédillot… et publié par L.-A. Sédillot*, Paris, Imprimerie royale (réimpr. Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften an der J. W. Goethe-Universität, Francfort-sur-le-Main, 1984).

Al-Biruni [Abu'l-Rayhan Muhammad Ibn Ahmad] (Wright 1934), *The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology*, R.R. Wright (éd. et trad.), Londres, Luzac & Co.

Bernold de Constance, *Chronicon*, *MGH Scriptorum tomus V*, G.H. Pertz (éd.), Hanovre, Hahn, 1844, p. 451.

Berthold de Reichenau, *Vita Hermanni*, *MGH Scriptorum tomus V*, G.H. Pertz (éd.), Hanovre, Hahn, 1844, p. 267.

Britt F.N.L. (1972), *A Critical Edition of Tractatus quadrantis*, Ph. D., Emory University.

Bubnov N. (1899), *Gerberti, postea Silvestri II papae, opera mathematica (972-1003)*, Berlin, R. Friedländer (réimpr. Hildesheim, Olms, 1963).

Gerbert, *Geometria Gerberti*, *Thesaurus anecdotorum novissimus*, 3, 2, c. 7 *sq.*

Gerbert, *Geometria Gerberti*, *PL* 139 (*Silvestri II Pontificis Romani* […] *Opera omnia*), Paris, Garnier Frères, 1880, c. 93-152.

Hermann de Reichenau, *De mensura astrolabii*, *Thesaurus anecdotorum novissimus*, 3, 2, c. 95-106.

Hermann de Reichenau, *De mensura astrolabii*, *in* J. Drecker, « Hermannus Contractus über das Astrolab », *Isis*, 49 (vol. 16, 2), 1931, p. 203-212.

Hermann de Reichenau, *De mensura astrolabii*, *PL* 143 (*Hermanni Contracti, monachi Auglae Divitis* […] *Opera omnia*), Paris, Garnier Frères, 1882, c. 381-390.

Hermann de Reichenau, *De utilitatibus astrolabii*, *Thesaurus anecdotorum novissimus*, 3, 2, c. 107-140.

Hermann de Reichenau, *De utilitatibus astrolabii libri duo*, *PL* 143 (*Hermanni Contracti monachi Auglae Divitis* […] *Opera omnia*), Paris, Garnier Frères, 1882, c. 389-412.

Olleris A. (1867), *Œuvres de Gerbert, pape sous le nom de Sylvestre II collationnées sur les manuscrits, précédées de sa biographie, suivies de notes critiques et historiques*, Clermont-Ferrand, F. Thibaud.

Othlon de Saint-Emmeram, *Summa dictorum de mysteriis numeri ternarii*, *PL* 146 (*Othloni monachi S. Emmerammi Opera omnia*), Paris, Garnier Frères, 1884, c. 133-136.

Tannery P. (1897), *Le Traité du Quadrant de Maître Robert Anglès (Montpellier, XIII*e *siècle). Texte latin et ancienne traduction grecque*, in *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres bibliothèques*, t. XXXV, 2e partie, p. 561-640 (reproduit *in* P. Tannery, *Mémoires scientifiques*, t. V, *Sciences exactes au Moyen Âge 1887-1905*, J.L. Heiberg (éd.), Toulouse – Paris, Privat – Gauthier Villars, 1922 [réimpr. Paris, Éditions Jacques Gabay, 1996], p. 118-197).

Thesaurus anecdotorum novissimus seu Veterum monumentorum praecipue ecclesiasticorum… (Pez 1721), B. Pez (éd.), Augsbourg, Veith Frères, 1721-1729, 6 vol.

ANNEXES

Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17v

[f. 16] **[1]** Ergodiocti suo dulcissimo W, in se licet non humanissimo, B, ille suus individuus, quicquid in Christo jocundius.

Quae nihil umquam alicui noverit negare, caritatis vis simplex intermine, cum rota agili in exequendo possibili pede semper connitatur praevolucri, multotiens tamen, ut est benignissima, temere quamvis pertemptat inpossibilia. Eadem hec inter nos, o utinam perennium, jocunda vis amiciciarum quam convenerat, vellem nollem, possem annon, scirem nescirem, ad hujusmodi me mirifice redegerat, ut, quasi mihi non liceat inpossibile non posse seu quod nescio nescire, quodvis imperas negotii ne differam quoquo modo subire. Quamobrem occasionis hujus necessitate [in quam] nulla qua*e* major est caritate, id <…>[60] animo quod visum est nunc ad alia properanti, de quadre et illius quod jusseras mensuris horologii, eo quidem pacto ut, quod mei pseudosciola inconsideracius incepit obsequentia, tua in hujusmodi diligens emendatius consumet prudentia. Cujus mensurae ratio ut eo clarius per omnia scire volenti eluceat, ejus <…>[61] me verbi gratia subscribere non pigeat.

[2] Linea primo normaliter in plana tabula mensure[62] arbitrio in longum ducatur, quae coraustus, id est superius jacens, ut aiunt geometrici, nunc*u*patur[63] ; in qua, si cui est curae, poterit hoc ordine exordiri describendo quoquo modo promissae hujus rationem mensurae. Quae videlicet linea, prout quadre quantitas expostulat, moderata in II aequa erit, a sinistris per A B C puncta medianda, a dextris ejus una brevi insuper remanente particula.

Hujus parte una <AB>, id est ab[64] quinque, A contigua, ablata, ibique D et, in medio quattuor illorum, E, punctis positis ordinaria quada*m*[65] facilitate magistra ; illic orthogonus, id est rectus angulus, consequitur, sic inveniendus. Relaxato denique in hunc statum circinum, ut A B, id est quinque illa, contractu simul conplectatur una ; mox locum inferius e r*e*gione[66] E quaeritemus, in quo alter pes circini stans, per alterum lineam aequaliter D B punctis

---

60. Le texte fourni par *O* semble très perturbé : nous n'avons pas pu expliquer de façon satisfaisante l'expression *in quam* et la forme *qua* ; et, de toute évidence, il manque dans le texte fourni par *O* un verbe principal de sens « je soumets, je livre à ».
61. À nouveau, le texte de Vaticano, BAV Ott. lat. 1631 n'est pas satisfaisant et comporte vraisemblablement une lacune. Puisque la lettre comporte bien une *subscriptio* désignée comme telle *juxta subscriptam hanc graduum normulam* (il s'agit de la table de valeurs qui permet de construire le réseau de lignes horaires point par point), on peut supposer que l'auteur y fait référence et proposer la restitution de *normulam* comme complément de *subscribere*.
62. O^{pc} mensure : O^{ac} mensuri
63. *O* : nuncapatur
64. *O* : hujus parte una id est A B quinque
65. *O* : quada
66. *O* : erigione

superius ibique F punctum facientes. Per idem <E> et F posita regula, et per ea tran*s*versim[67] delineantes in tabula, in E puncto quod promisimus orthogonium formamus.

[3] Post hec in eodem se adhuc statu habendo, circinus circuli partes quasdam zodiacorum XII signorum et totidem mensium, verissime discernendi certi causa confinii, unam B centro a C in F, et e contrario alteram *D*[68] item centro ab[in] F in coraustum usque, superficiali vix summotenus notet insc*r*iptione[69]. Et tunc facto eo loci *G*[70] puncto, per E centrum, a G in kathetum, minimum aestivum, rursusque ab F in coraustum, aequinoctiale*m*[71] medium, inde- | [f. 16v] que item ab C in kathetum, hiemalem maximum circulum, nos non pigeat evidentius circinare.

Mox illa quam praediximus brevis remanentia, per circinum, hiemali tropico, eodem E centro lineae, pro umbone arcuatim superinflexa, XC gradibus, intervallis autem XVIII quinque horum graduum continentibus, distincta, ut astrolapsus quarta, dispertiatur.

Exin, posita eodem centro regula et semper a XV horum graduum in XV detracta, ubi zodiacos atingat, illic punctim signetur. Et tunc, sublata regula, reliquorum X circulorum numerus, uno circini pede his signis et altero eodem E centro imposito, viritim perscribatur. Post hec, quia horarum certus in mensibus singulis terminus, juxta astrolabicam dumtaxat regulam, non nisi graduum solis ascensus difinito potest inveniri numero, ne tamen ut reor inutile, item non mota ab E centro regula et finito arcu quadrae, ab uno in alterum per ordinem, posita omnes tran*s*versim circulos, quantum horarum locationi suficiat, superficialibus parum signare notulis, ut etiam in horis discernendis tanto cicius graduum queat computari numerus.

[4] Tandem igitur inventis primo horarum singularum, ut subjecta monstrat figura, pro ascensu solis gradibus seu minutiarum particulis et, juxta eorum quantitatem, singulis mensium seu signorum circulis, ubi a regula tangitur per idem E centrum posita, diligenter signatis, circinus tali in loco figatur ut duas simul horarum, per loca notata, simul uno spacio <a> centro[72], tractuque terminando a tropico in tropicum complectatur, utpote I et XII graduum compares, II et XI, sic per cetera, antemeridi*a*nas[73] videlicet VI <...,>[74] postmeridianas autem

---

67. *O* : tranversim, *ut infra, § 3*
68. *O* : B *an* D *non legimus*
69. *O* : insciptione
70. *O* : *non legimus*
71. *O* : aequinoctiale *ut videtur*
72. Le texte est obscur et vraisemblablement fautif. Dans le protocole de construction rapporté par B, les lignes des heures inégales ne sont pas des arcs de cercle. Il faut joindre au compas les points d'une même ligne horaire un par un, et en changeant l'écartement du compas à chaque fois ; chaque point du diagramme correspond à la hauteur du soleil sur l'horizon à la fin d'une heure donnée d'avant-midi et au début de l'heure d'après-midi associée. Pour le tracé des heures inégales sur les tympans de l'astrolabe, Hermann semble préconiser des tâtonnements empiriques assez similaires : *eodemque modo per singulas horas faciens nunc contrahendo nunc dilatando in diversisque locis circinum, prout punctorum positio poscit, figendo, singularum horarum finales lineas circinabis* (*De mensura astrolabii*, ch. 3).
73. *O* : antemeridinas
74. Il faut supposer après *antemeridianas* la chute d'un participe antonyme d'*incipientes* qui détermine *postmeridianas*.

incipientes, juxta subscriptam hanc gra*d*uum[75] normulam. Et nisi astrolabica nos fallat experientia, parum errati in hac invenitur regula.

Horis autem hoc modo rite notatis et per ordinem, silibet in intervallo Piscium VI antemeridian*is*[76], I II III IV V VI, et similiter ordine, revers*o* sin*u*,[77] in proximo superius Arietis intervallo, VI postmeridianis, VII cum VI, VIII cum V, VIIII cum IIII, X cum III, XI cum II, XII cum I, cum sua quacumque compare conscriptis, nomina signorum seu mensium XX*IV*[78] suis quisque intervallis inscribantur et, juxta comparitatem incrementi dierum, II simul consocientur ab hiemali tropico, unde dierum crescenti*ae*[79] ordiuntur : CAP AQ PIS

<…>

cum Tauro, Virgo <cum> Ariete, Libra cum Piscibus, Scorpius cum Aquario, Sagita | [f. 17] cum Capricorno, copulati quique duo simul compares, duo etiam ex XII interstitia simul non divisa, id est VI integra, a primo per totum, conpossidentes rescribantur.

Mensium, uti signorum, paria bina ex XII intervalla simul continuantia, exceptis decembre et junio, conscribantur. Quorum december primo suo singillatim intervallo solus, exin januarius cum novembre, cum octobre februarius, martius cum septembre, aprilis cum augusto, maius cum julio, postremoque junius item absque compare suo solus intervallo annotentur. Qui duo, ut praedictum est, soli sine so*c*ialibus[80], nisi quantum ipsi ad se invicem, ceteris tamen dispariter remanent, quia neuter eorum neque in incremento neque in detrimento totus, ut ceteri, transigitur, sed partim crescentes partimque decrescentes in medio sui, hoc est in initio Capricorni et Cancri, dant locum, ut fertur, positure solstitii. Horum quidem intervalla, spatiis licet minima, itu tamen et reditu duplicata, ceterorum amplitudini videntur quantum ad se satis respondentia.

[5] Tunc in *i*pso[81] katheto aut in ultra spatio remanente ad rectam lineam a katheto aeque distantem duae pinnulae normaliter perforatae, ceteris uti superfluis abscisis, restare permittantur ; quarum[82] utraque foramina solis radius perlustrans certas <horas> designet in hunc modum.

*Cl*aviculo[83] E centro immobiliter infixo, circulus ligneus aut generis cujusvis in girum curilis seu mobilis inmitatur et huic per liniolum ultra arcum quadre dependens perpendiculum suspendatur. Et, cum vis scire, lucente sole, quamlibet horam diei, accip*e*[84], diligens horoscopus, quadra*m*[85] ejusque ad te arcum vertens, kathetum, id est F E lineam, tam directum contra solem porrige ut ejus radius ambo uno rigore praedicta perlustret foramina, et tunc demum ad mensis instantis intervallum respicito, et quamcumque horam superimminens perpendicularis ille lineolus subt*er*[86] titulatam tibi demonstret, indubitato scias adesse.

---

75. *O* : graguum
76. *O* : antemeridanas
77. *O* : reversino
78. *O* : XX
79. *O* : crescenti
80. *O* : sotialibus
81. *O* : tunc ĩpso
82. *O* : quadrum
83. *O* : naviculo
84. *O* : accip
85. *O* : quadra
86. *O* : subt

[**6**] Estat adhuc quadratus orthogonius aequilaterus aut in ultra tropicum estivum spatio vacante aut, similiter vestri astrolabii, sic etiam in dorso quadrae mensurandatus. Cujus non ingrata utilitas itidem, ut alhidada in astrolabio, ita in quadra perpendiculo erit exequenda hoc modo.

Si vis alicujus arboris aut columnae vel turris seu cujusquam talium in plano dumtaxat loco altitudinem per umbram ipsius invenire, verso contra solem quadrae praedicto katheto solisque radio per utraque pinnularum foramina directim inmisso, vide in qua parte | [f. 17v] lateris quadrati, quod in XII divisum est, directa ipsius perpendicularis linioli stet regula, et, quamcumque proportionem numerus partium ad XII, id est ad totum latus quadrati habuerit, eandem procul dubio proportionem altitudo quam invenire voluisti ad umbram in planicie a se factam habebit.

Verbi gratia : si duae sup*ra*[87] apparent, ad quas XII sesciplam habent proportionem, sescupla quoque erit umbra ad altitudinem ; si III, quadrupla ; si IIII, tripla ; si V, duplex superbipartiens quintas ; si VI, dupla ; si VII, superbipartiens septimas[88] ; si VIII, sesqualtera ; si VIIII, sesquitercia ; si X, ses*qui*quinta[89] ; si XI, sesquiundecima ; si XII, aequa erit altitudo et umbra. Et omnino cujuscumque proportionis triangul*um*[90] perpendiculi liniolus in quadrato quasi hipotenusa effecerit, ejusdem proportionis triangulum umbra cujuslibet er*e*cti[91] corporis in planicie stantis formabit. <...>[92] radius solis umbram transversim limitans hipotenus*ae*[93] vicem dinoscitur habere.

[7][94]

signa et	prim	II	III	IIII	V	VI
menses	et XII	et XI	et X	et IX	et VIII	et VII
Capr.	V Ś	X	XIII S	XVI SS	XVIII ŚS	XIX
jan. dec.	V ŚS	X Ś	XIIII	XVII ŚS	XIX	XIX SS
Aq. Sag.	VI	XI	XV SS	XVIIII	XXI	XXI S
feb. nou.	VI SS	XIII	XVIII S	XXII	XXIV	XXV
Pis. Scor.	VIII	XV Ś	XXI ŚS	XXV SS	XXVIII	XXX
mar. octo.	VIIII Ś	XVIII	XXIIII SS	XXXI	XXXV	XXXVI

87. *O* : sup
88. *GIA* III, 6 : superquinquepartiens septimas
89. *O* : sesquinta
90. *O* : trianguli
91. *O* : ercti
92. Le témoignage de *GIA* III, 6 permet de déceler ici une lacune : *In quo videlicet triangulo, ipsa inumbrata planities basis est, erecta altitudo cathetus*.
93. *O* : hipotenus
94. En première main, la table présente un décalage des valeurs dans la colonne correspondant aux 4e et 9e heures. Le copiste s'est aperçu de son erreur et l'a rectifiée en insérant des marques de correction dans le tableau.

Ari. Libra	X	XX	XXVIII	XXXVI	XLI	XLIII
apr. sept.	X S	XXII	XXXI Ś	XL S	XLVII	XLIX
Taur. Virg.	XI	XXIII	XXXIIII	XLV	LII	LV
mai. augu.	XI	XXIIII	XXXVI	XLVII SS	LVII SS	LX
Gem. Leo.	XI	XXIIII	XXXVII	XLIX S	LIX S	LXIII S
juni. jul.	XI	XXIIII	XXXVII S	L S	LXI	LXVI
Cancer	XI	XXIIII	XXXVIII	L SS	LXII	LXVII

Vaticano, BAV Ott. lat. 1631, f. 16-17 : traduction

[**1**] À W, son très cher maître des travaux, bien que très inhumain envers lui, B, son ami inséparable, souhaite tout ce qu'il y a de plus heureux dans le Christ.

La nature simple de l'affection infinie, en ce qu'elle ne sait jamais rien refuser à personne, ne laisse pas de s'employer avec célérité[95] à réaliser prestement son possible ; bien des fois cependant, dans son extrême générosité, elle s'attaque on ne peut plus témérairement à l'impossible. C'est déjà cette […] de notre amitié – ô plaise à Dieu éternelle – qui, au-delà de ce qu'il aurait convenu, eussé-je pu ou non le vouloir, le pouvoir, le savoir, m'avait, ô prodige, réduit à ceci : ne pas m'accorder le moindre délai que ce soit pour accomplir toute tâche que tu m'imposes, comme si je n'avais pas le droit de ne pas pouvoir l'impossible et d'ignorer ce que j'ignore. C'est pourquoi, en cette circonstance, sous le coup d'aucune obligation plus grande que la charité, <je soumets> à ton esprit, qui se hâte maintenant vers d'autres lieux, ce qui semble bon des constructions du quart de cercle et de l'*horologium* que tu m'avais réclamé. À la condition, assurément, que, inconsidérément ce que le faux savant que je suis a, dans son obéissance, commencé, tu le conduises, toi, avec tout le soin scrupuleux que tu apportes à ces questions, à la perfection. Et, pour que le protocole de cette construction[96] brille encore plus lumineusement aux yeux de celui qui veut tout savoir dans le détail, il ne m'en coûtera pas d'ajouter, à titre d'exemple, <la table des valeurs> qui lui correspond.

[**2**] Sur une planche plane, on tracera d'abord, avec l'équerre, horizontalement, une ligne, de mesure arbitraire, qui est appelée *coraustus*[97], c'est-à-dire ligne horizontale supérieure, comme disent les géomètres ; sur cette ligne, si on en a le souci, on pourra commencer, quel que soit le tracé, dans cet ordre le protocole de construction promis. Cette ligne, évidemment comme l'exige la taille du quadrant, sera divisée en deux parts égales ; en partant de la gauche, on doit placer les points A, B, C ; à droite de celui-ci, un petit segment restera en surplus.

On retranchera de AB, c'est-à-dire de cinq, une division contiguë à A, et là on met D, et, au milieu des quatre divisions, E, en plaçant les points selon un ordre commode ; et là se trouve une perpendiculaire – c'est-à-dire un angle droit – qui doit être ainsi construite. Déploie alors le compas dans une position telle qu'il embrasse AB, c'est-à-dire les cinq divisions, dans un seul écartement ; ensuite cherchons le point à la verticale de E, tel que, si l'un des pieds du compas se trouve sur lui, nous trouvions avec le deuxième un alignement à distance égale des points supérieurs D, B et que nous fassions là le point F. Après avoir posé la règle sur le même point E et sur F, en traçant une ligne transversale sur la planche par ces points, nous formons au point E la perpendiculaire que nous avons annoncée.

[**3**] Après cela, en conservant toujours le même écartement, on marquera au compas les parties du cercle des douze signes zodiacaux et des douze mois : pour définir très exactement la limite précise, une première partie de centre B depuis C jusqu'à F, et une deuxième, en sens contraire, avec *D* pareillement pour centre, depuis F jusqu'à la ligne horizontale ; on fera à

95. La métaphore rappelle Ovide, *Pont.*, 2, 10, 34.

96. L'emploi au singulier de *mensurae* fait difficulté : on attendrait logiquement un pluriel, qui répondrait à l'expression *de quadre et huius horologii quod jusseras mensuris*. Il faut sans doute comprendre le singulier comme un collectif. Cependant il est aussi possible que commence ici la rédaction de la première notice.

97. Dans l'*Isagoge geometriae*, le terme *coraustus* désigne la ligne horizontale supérieure d'une figure.

peine une gravure superficielle jusqu'en haut. Et alors, après avoir placé le point G en ce lieu, on n'hésitera pas à tracer plus nettement des cercles : en prenant E pour centre, depuis G jusqu'à la perpendiculaire, le petit cercle d'été, et, à rebours, de F jusqu'à la ligne horizontale, le cercle médian équinoxial, et ensuite pareillement, depuis C jusqu'à la perpendiculaire, le grand cercle d'hiver[98].

Ensuite, en guise de limbe, on courbera en arc, avec le compas, le petit segment dont nous avons parlé plus haut, au-dessus du tropique d'hiver, en prenant le même centre E pour la ligne. On divisera le limbe en quatre-vingt-dix degrés, avec, d'autre part, dix-huit intervalles contenant cinq de ces degrés ; on la graduera comme un quadrant d'astrolabe.

Ensuite, après avoir posé la règle sur le même centre, on la fera pivoter toujours de quinze en quinze degrés, et, à chaque fois qu'elle touchera les arcs du zodiaque, on mettra là une marque, point par point. Ensuite, on retirera la règle et on tracera la totalité des dix cercles restants, un par un, en plaçant un pied du compas sur ces marques et l'autre sur le même centre E[99]. Après cela, puisque le terme précis des heures, à chaque mois, autant qu'il est conforme au principe de l'astrolabe, ne peut pas être trouvé si ce n'est par un nombre déterminé de degrés d'ascension du soleil, il n'est donc pas inutile, à mon avis, de tracer légèrement de petites marques superficielles sur tous les cercles (autant qu'il suffit à la localisation des heures), en les prenant un par un, dans l'ordre, et en maintenant la règle transversalement sur le centre E et sur l'arc qui termine le quadrant : cela permettra de compter encore plus vite le nombre de degrés, quand on délimitera les heures.

[**4**] Donc enfin, comme le montre la figure ci-dessous[100], une fois qu'on a trouvé les degrés ou les divisions des minutes de chaque heure selon l'ascension du soleil et que, selon leur quantité, on a soigneusement fait des marques sur chaque cercle des mois ou des signes, là où il était touché par la règle gardée sur le même centre E, on placera le compas dans un lieu tel qu'on saisira deux heures ensemble, en utilisant des points notés ensemble à la même distance du centre et en limitant le tracé d'un tropique à l'autre : la première heure et la douzième sont égales en degrés, la seconde et la onzième, et les autres pareillement <on considère la fin> des six heures d'avant midi mais le début des heures d'après midi), conformément à la table des degrés ci-dessous. Et si la pratique de l'astrolabe ne nous trompe pas, on trouve peu d'erreurs dans cette règle.

Après qu'on aura noté les heures de cette manière, avec exactitude et dans l'ordre, par exemple, dans l'intervalle des Poissons, les six heures d'avant midi, I II III IV V VI, et pareillement en ordre, mais en prenant la courbe à rebours, dans l'intervalle supérieur immédiat, celui du Bélier, les six d'après midi, VII avec VI, VIII avec V, VIIII avec IIII, X avec III, XI avec II, XII avec I, chacune inscrite avec sa semblable[101], on inscrira les noms des vingt-quatre signes ou mois, chacun dans son intervalle, et on les associera deux à deux, selon leur similitude dans l'augmentation du jour, depuis le tropique d'hiver où les jours commencent à croître : Capricorne Verseau Poissons…

<…>[102]

98. Voir *fig*. 1.
99. Voir *fig*. 2.
100. La figure du manuscrit London, BL Royal 15 B IX, f. 60v, (planche 1) correspond au schéma attendu.
101. Voir *fig*. 5.
102. Il y a ici solution de continuité dans l'énumération des signes du zodiaque.

avec le Taureau, la Vierge avec le Bélier, la Balance avec les Poissons, le Scorpion avec le Verseau, le Sagittaire avec le Capricorne, on inscrira tous les signes semblables en les associant deux à deux, et ils occuperont en même temps, à chaque fois, l'espace de deux intervalles réunis, c'est-à-dire que les douze intervalles seront répartis en six parties indivises depuis le début jusqu'à la fin[103].

On inscrira les paires de mois, comme celles des signes, en réunissant ensemble à chaque fois deux des douze intervalles, sauf décembre et juin. On notera décembre en l'isolant individuellement sur son premier intervalle, ensuite janvier avec novembre, octobre avec février, mars avec septembre, avril avec août, mai avec juillet et, en dernier, juin, pareillement privé de semblable, seul dans son intervalle. Ces deux mois-là, comme on l'a dit, restent seuls, sans associés sinon qu'en ce qui les concerne, ils le sont eux-mêmes pour eux-mêmes, à la différence de tous les autres, parce qu'aucun d'eux ne s'écoule tout entier ni dans l'augmentation des jours ni dans leur diminution, comme tous les autres, mais que, en partie croissant, en partie décroissant, ils accueillent, comme on le rapporte, en leur milieu, c'est-à-dire au début du Capricorne et du Cancer, la position du solstice. Leurs intervalles certes, bien qu'ils occupent des espaces très petits, étant doublés cependant par un aller et un retour, correspondent bien, en ce qui les concerne, à la longueur de tous les autres[104].

[**5**] Puis, sur la perpendiculaire elle-même ou sur l'espace qui reste en surplus jusqu'à la ligne droite équidistante de la perpendiculaire, on gardera deux pinnules perforées à l'équerre, après avoir éliminé tout ce qui est superflu. Le soleil, en passant par les trous de visée de ces pinnules, désignera les heures précises de la façon suivante.

Après avoir fixé un petit clou immobile au centre E, on introduira autour un anneau de bois, ou de n'importe quelle matière, qui pourra tourner ou bouger ; on y suspendra par un petit fil un plomb qui descendra sur l'arc du quadrant. Lorsque tu voudras savoir, à la lumière du soleil, n'importe quelle heure du jour, prends le quadrant, diligent observateur, et tournant vers toi son arc, dirige la perpendiculaire, c'est-à-dire la ligne FE, tout droit vers le soleil pour que son rayon traverse en seule ligne directe les deux trous de visée dont on a parlé, et alors seulement examine l'intervalle du mois présent, et, quelle que soit l'heure que surplombera et t'indiquera le petit fil à plomb, sache sans hésitation que l'heure qui est désignée en dessous est bien l'heure présente.

[**6**] Il y encore un carré équilatère à angles droits, qui doit être dessiné soit dans l'espace vide au-delà du tropique d'été soit, comme dans votre astrolabe, sur le dos du quadrant[105]. Son intérêt n'est pas négligeable, le fil à plomb du quadrant jouant le même rôle que l'alidade de l'astrolabe. Voici comme il faut procéder :

Si tu veux trouver, par son ombre, la hauteur d'un arbre, d'une colonne, d'une tour ou de quelque chose de semblable, dans un lieu plan tout au moins, tu tourneras la perpendiculaire dont on a parlé vers le soleil, et après que le rayon du soleil se sera introduit en ligne droite par chacun des trous des pinnules, tu regarderas sur quelle division du côté du carré, qui a été divisé en XII, se trouve la règle droite du petit fil à plomb lui-même : quelle que soit la proportion du nombre des divisions par rapport à douze, c'est-à-dire par rapport au côté

103. Voir *fig*. 3.
104. Voir *fig*. 4.
105. Voir *fig*. 6.

tout entier du carré, la hauteur que tu veux trouver aura, sans aucun doute, la même proportion par rapport à l'ombre qu'elle fait sur le sol plan.

Par exemple, si deux divisions apparaissent, par rapport auxquelles douze a une proportion sextuple, l'ombre aussi aura une proportion sextuple par rapport à la hauteur ; si c'est trois, la proportion sera quadruple ; si c'est quatre, triple ; si c'est cinq, double superbipartiente de cinq ; si c'est six, double ; si c'est sept, superbipartiente[106] de sept ; si c'est huit, sesqualtère ; si c'est neuf, sesquitierce ; si c'est dix, sesquiquinte ; si c'est onze, sesquiundécime, si c'est douze, la hauteur sera égale à l'ombre. Quelle que soit la proportion du triangle formé sur le carré par le petit fil à plomb comme par une hypoténuse, l'ombre de n'importe quel corps dressé sur un sol plan formera un triangle absolument de la même proportion. <Bien sûr, dans ce triangle, l'ombre sur le sol est la base, la hauteur dressée la perpendiculaire,> on admet que le rayon du soleil, qui limite l'ombre transversalement, joue le rôle de l'hypoténuse.

[7]

signes et	I	II	III	IIII	V	VI
mois	et XII	et XI	et X	et IX	et VIII	et VII
Capr.	5,25	10	13,5	16,66	18,33	19
jan. déc.	5,33	10,25	14	17,33	19	19,66
Vers. Sag.	6	11	15,66	19	21	21,5
fév. nov.	6,66	13	18,5	22	24	25
Pois. Scor.	8	15,25	21,33	25,66	28	30
mars. oct.	9,25	18	24,66	31	35	36
Bélier Bal.	10	20	28	36	41	43
avr. sept.	10,5	22	31,25	40,5	47	49
Taur. Vierge	11	23	34	45	52	55
mai août	11	24	36	47,66	57,66	60
Gém. Lion	11	24	37	49,5	59,5	63,5
juin juillet	11	24	37,5	50,5	61	66
Cancer	11	24	38	50,66	62	67

106. *GIA* III, 6 : *superquinquepartiens*.